



**УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**



Г. М. МЕДВЕДЕВ

ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

2-е издание, стереотипное

Рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»



МОСКВА «КОЛОС» 1998

УДК 664.691/.694
ББК 36.83
М42

Редактор *Н. В. Куркина*

Рецензенты: кафедра технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства МГЗИПП (д-р техн. наук Т. Б. Цыганова), инж. Т. Ю. Орлова

Медведев Г. М.
М42 Технология макаронного производства. — 2-е изд., стереотип. М.: Колос, 1998. — 272 с.: ил.: — (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

ISBN 5—10—003348—7.

В учебнике рассмотрена технология макаронного производства, а также влияние свойств пшеничной муки и отдельных стадий производства макаронных изделий на ход технологического процесса, качество полуфабрикатов и готовой продукции.

Рассмотрены прогрессивные высокотемпературные режимы замеса, формования и сушки макаронных изделий, сушки изделий с применением воздействия энергетических полей, а также технологические приемы производства нетрадиционных видов макаронных изделий быстрого приготовления и изделий из бесклеяковинного сырья.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий».

УДК 664.691/.694
ББК 36.83

ISBN 5—10—003348—7

© Издательство «Колос», 1998
© Издательство «Колос», 1998

ВВЕДЕНИЕ

●

Макаронные изделия изготавливали с незапамятных времен: сначала в виде плоской лапши, позднее в виде трубчатых макарон. Первое описание способа приготовления лапши встречается в трактате по кулинарии римского гурмана Апичо, составленном в первые десятилетия новой эры. Документальное упоминание приготовления в Италии блюд из макарон относится к началу XII в., т. е. задолго до знаменитого путешествия Марко Поло в Китай в конце XIII в., который, как было принято считать, завез макароны в Европу.

Так или иначе, вплоть до середины XIV в. макаронные изделия изготавливали только в домашних условиях.

Первые небольшие цехи с примитивной техникой изготовления макаронных изделий появились в Италии в конце XIV в. Первичный замес теста проводился вручную, доработка теста с добавлением муки до требуемой крутой консистенции — на тестомялках с длинным рычагом, на котором находился работник, давя на тесто своей тяжестью, периодически приподнимаясь и смещая рычаг. Макароны и вермишель прессовали на винтовых деревянных прессах с ручным приводом, сушили на рамках, которые устанавливали на стеллажах в рабочих помещениях цехов.

В России мелкое кустарное производство макаронных изделий возникло, по-видимому, при Петре I. Академик Георги в своем описании Санкт-Петербурга сообщает, что в конце XVII в. макароны производили пять иностранных ремесленников.

Первая итальянская макаронная фабрика с механическим прессом с конным приводом появилась в 60-х годах XVIII в. Несколько позже возникли макаронные фабрики во Франции и Германии.

В России первая макаронная фабрика была зарегистрирована в Одессе в 1797 г.

Развитие техники в XIX в. привело к замене конного привода на паровую машину, к созданию механических тестокатов для обработки крутого макаронного теста, к появлению мощных гидравлических прессов. Процесс производства макаронных изделий складывался из следующих операций (рис. 1).

В корыто 1 тестомесилки периодического действия засыпали

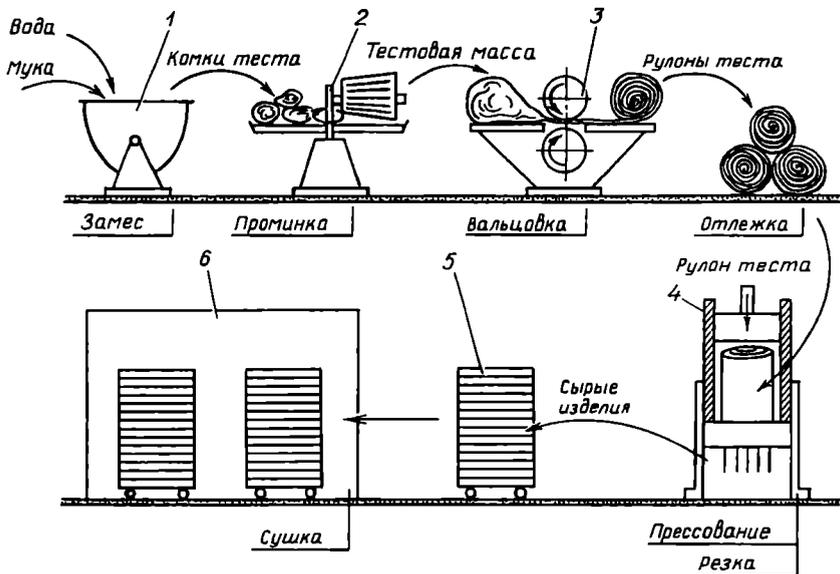


Рис. 1. Технологическая схема производства макаронных изделий старым периодическим способом

муку и заливали воду в соотношении примерно 3:1. После смешивания муки и воды в течение примерно 20 мин крупные комки теста перекладывали на дисковые вращающиеся столы тестокатов, или грамол, 2, где при помощи расположенных над столами гладких гранитных или рифленых чугунных валков тесто проминали, т. е. превращали его в связанную массу. Далее тесто прокатывали на вальцовках 3 в ленту, которую сворачивали в рулон и оставляли для отлежки в течение 30...40 мин, предварительно накрыв увлажненным брезентом. Готовый рулон подавали в цилиндр гидравлического пресса 4, где под давлением около 20 МПа тесто выдавливалось сквозь отверстия матрицы в виде сырых изделий. Выпрессовываемые пряди сырых изделий нарезали на нужную длину, укладывали на рамки, затянутые мешковиной (или развешивали на жерди), рамки ставили на вагонетки 5, которые отвозили в помещение для сушки. Сушили макаронные изделия обычно в камерных сушилках 6, которые представляли собой отдельное помещение с нагретым воздухом, либо в шкафовых сушилках. В районах с теплым и влажным климатом использовали так называемую неаполитанскую сушку: изделия сушили прямо на улице в течение 3—4 сут, в результате получали очень прочный продукт, обладавший после варки особым арома-

том вследствие накопления в процессе медленной сушки молочной кислоты.

Описанная старая схема периодического способа производства макаронных изделий с различного рода модификациями и усовершенствованиями использовалась в Италии вплоть до 30-х годов нашего столетия, а в ~~СССР~~ — до 60-х годов, а именно: до появления и широкого распространения шнековых макаронных прессов, в которых в едином агрегате непрерывного действия были совмещены все операции по приготовлению макаронных изделий, вплоть до сушки. Первый такой пресс, который является прототипом всех существующих до настоящего времени промышленных шнековых макаронных прессов, был создан и запатентован в 1933 г. итальянскими инженерами Марио и Джузеппе Брайбанти.

Следующим крупным шагом в развитии макаронной промышленности явились внедрение сушилок непрерывного действия и создание на основе их сочетания со шнековыми прессами механизированных линий: в 1945...1948 гг. — первых линий фирмы «Брайбанти» (Италия) для производства коротких изделий, в начале 50-х годов — первых линий фирмы «Бюлер» (Швейцария) для производства длинных изделий.

Дальнейшее развитие макаронного производства, продолжающееся и в наше время, идет по пути совершенствования технологии и техники замеса, формования теста, сушки макаронных изделий, расширения ассортимента продукции. В этой связи можно отметить применение вакуумной обработки теста, матриц с тефлоновыми вставками, использование высокотемпературных режимов сушки, технологических способов производства быстрорастворимых и не требующих варки макаронных изделий и изделий из нетрадиционных видов сырья.

В настоящее время, как и во все предыдущие годы, ведущей страной-производителем, потребителем и экспортером макаронной продукции является Италия: за последние десятилетия среднегодовое производство макаронных изделий в Италии колеблется от 1800 до 2500 тыс. т при внутреннем потреблении на душу населения порядка 26 кг/год (в южных районах — свыше 40 кг/год) и экспортировании до 20 % произведенной продукции.

Второе место по производству макаронных изделий занимают США — 1300...1800 тыс. т в год при бурном росте на душу населения: с 7,4 кг/год в 1987 г. до 8,4 кг/год в 1990 г. и ожидаемых 14 кг/год в 2000 г.

~~СССР~~ долгое время занимал наряду с Италией ведущее место по производству макаронных изделий. Однако после распада ~~СССР~~ трудно назвать точную цифру объема производства макаронных изделий в России в связи с возникновением на ее территории многочисленных мелких и средних цехов. По разным дан-

ным, эта цифра составляет 680...800 тыс. т в год при потреблении на душу населения около 7 кг/год и импорте макаронной продукции до 200 тыс. т в год.

Далее в порядке убывания в ряду стран — производителей макаронных изделий стоят Бразилия (около 500 тыс. т в год), Египет, Турция, Мексика, Франция, Аргентина, ФРГ, Венесуэла, Перу, Испания, Япония и Канада (менее 100 тыс. т в год).

Что касается оборудования для производства макаронных изделий, то и в этой области Италия занимает передовые позиции. Две старейшие итальянские фирмы: «Брайбанти» и «Паван» — выпускают самые совершенные линии по производству длинных, коротких и в виде гнезд макаронных изделий, которые широко эксплуатируют практически во всех странах мира. Конкуренцию им составляют только линии швейцарской фирмы «Бюлер». В России основной производитель промышленного оборудования для макаронного производства — машиностроительный завод в Ростове-на-Дону и АО «Рыбинские моторы».

КЛАССИФИКАЦИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Макаронные изделия, вырабатываемые промышленностью, представляют собой пищевой продукт, полученный высушиванием до 13%-ной влажности и ниже отформованного теста из пшеничной муки и воды.

Основные достоинства макаронных изделий как продукта питания:

способность к длительному хранению (более года) без изменения свойств: макаронные изделия совершенно не подвержены черствению, менее гигроскопичны, чем сухари, печенье и зерновые сухие завтраки, хорошо переносят транспортирование;

быстрота и простота приготовления (продолжительность варки в зависимости от ассортимента составляет от 3 до 20 мин);

относительно высокая пищевая ценность: блюдо, приготовленное из 100 г сухих макаронных изделий, на 10...15 % удовлетворяет суточную потребность человека в белках и углеводах;

высокая усвояемость основных питательных веществ макаронных изделий — белков и углеводов.

В табл. 1 приведена средняя пищевая ценность макаронных изделий в сравнении с некоторыми другими продуктами переработки зерна злаковых культур.

Действующий в настоящее время в России основной стандарт на макаронные изделия ГОСТ 875—92, введенный в действие с 1 января 1993 г. взамен устаревшего ГОСТ 875—69, предусматривает классификацию макаронных изделий по нескольким признакам.

В зависимости от вида исходной пшеницы и сорта муки макаронные изделия подразделяются на группы А, Б, В и классы 1, 2:

группа А — изделия из муки твердой пшеницы;

группа Б — изделия из муки мягкой высокостекловидной пшеницы;

группа В — изделия из хлебопекарной муки мягкой пшеницы;

класс 1 — изделия из муки высшего сорта;

класс 2 — изделия из муки I сорта.

Так, макаронные изделия группы А 1-го класса изготовлены из муки высшего сорта, полученной размолотом твердой пшеницы, группы В 2-го класса — из хлебопекарной муки I сорта.

Таблица 1

Пищевая ценность макаронных изделий и некоторых других продуктов питания (на 100 г продукта)

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Клетчатка	Зола
	в граммах					
Макаронные изделия высшего сорта без добавок	13,0	10,4	1,1	75,1	0,1	0,5
Макаронные изделия высшего сорта с добавками:						
яичные	13,0	11,3	2,1	73,1	0,1	0,6
с увеличенным содержанием яиц	13,0	11,8	2,8	72,1	0,1	0,6
молочные	13,0	11,5	2,7	71,8	0,1	0,6
Макаронные изделия I сорта	13,0	10,7	1,3	74,1	0,2	0,7
Хлеб из пшеничной муки:						
высшего сорта	37,8	7,6	0,6	52,6	0,1	1,3
I сорта	39,5	7,6	0,9	50,0	0,2	1,8
Хлеб из ржаной обойной муки	47,0	6,6	1,2	41,1	1,1	2,5
Крупа:						
манная	14,0	10,3	1,0	67,4	0,2	0,5
овсяная	12,0	11,0	6,1	65,4	2,8	2,1
гречневая ядрица	14,0	12,6	3,3	0,7	1,1	1,7
пшено	14,0	11,5	3,3	4,8	0,7	1,1
рисовая	14,0	7,0	1,0	70,7	0,4	0,7

Продукт	Минеральные вещества						Витамины			Энергетическая ценность, кДж	Усвое- мость, %
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B ₁	B ₂	PP		
	в миллиграммах										
Макаронные изделия высшего сорта без добавок	3	123	19	16	87	1,6	0,17	0,04	1,21	1389	98
Макаронные изделия высшего сорта с добавками:											
яичные	17	132	42	17	106	2,1	0,17	0,08	1,21	1414	98
с увеличенным содержанием яиц	21	140	25	23	114	1,7	0,17	0,14	1,22	1427	98
молочные	24	136	26	17	116	2,1	0,17	0,10	1,21	1427	98
Макаронные изделия I сорта	12	172	24	45	116	2,1	0,25	0,12	2,22	1393	98
Хлеб из пшеничной муки:											
высшего сорта	349	93	20	14	65	0,9	0,11	0,06	0,92	975	95
I сорта	488	127	26	35	83	1,6	0,16	0,08	1,54	946	97
Хлеб из ржаной обойной муки	610	245	35	47	158	3,9	0,18	0,08	0,67	795	90
Крупа:											
манная	3	130	20	18	85	1,0	0,14	0,04	1,2	1364	97
овсяная	35	362	64	116	349	3,9	0,49	0,11	1,10	1444	95
гречневая ядрица	3	380	20	200	298	6,7	0,43	0,20	4,19	1377	95
пшено	10	211	27	83	233	2,7	0,42	0,04	1,55	1397	95
рисовая	12	100	8	50	150	1,0	0,08	0,04	1,60	1351	95

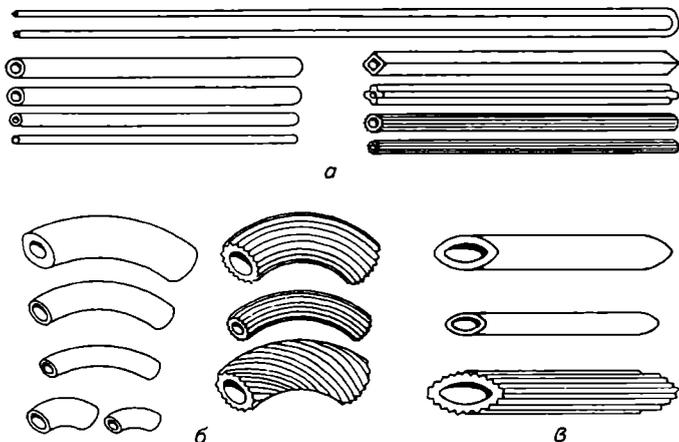


Рис. 2. Трубоччатые изделия:

а — макароны; *б* — рожки; *в* — перья

При изготовлении макаронных изделий с применением вкусовых или обогатительных добавок к указанию группы и класса прибавляют название соответствующей добавки, например группа Б, 1-й класс, яичные, группа В, 2-й класс, томатные.

В целях экономии ресурсов пшеницы с 10 июня 1991 г. введены в действие ТУ 8 ~~РСФСР~~ 11-86—91 и ТУ 8 ~~РСФСР~~ 11-87—91. ТУ 8 ~~РСФСР~~ 11-86—91 допускают выработку макаронных изделий из смеси муки II сорта из твердой пшеницы и муки высшего сорта — крупки из мягкой пшеницы в соотношении 50:50. ТУ 8 ~~РСФСР~~ 11-87—91 предусматривают выработку макаронных изделий целиком из муки II сорта из твердой пшеницы.

В зависимости от формы макаронные изделия согласно ГОСТ 875—92 подразделяют на следующие типы: трубчатые, нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные.

В свою очередь, каждый из указанных типов макаронных изделий делится на подтипы и виды.

Трубочатые изделия (рис. 2) в зависимости от формы и длины подразделяют на подтипы, указанные в табл. 2.

В зависимости от размеров поперечного сечения каждый подтип трубчатых изделий подразделяют на виды (табл. 3), причем форма сечения может быть разнообразной: круглой, квадратной, рифленой и др.

Нитеобразные изделия (вермишель) (рис. 3) также могут иметь разнообразную форму сечения. По размерам в сечении (мм) вермишель подразделяют на следующие виды: паутинка (не более 0,8), тонкая (0,9...1,2), обыкновенная (1,3...1,5), любительская (1,6...3,0).

Деление трубчатых изделий на подтипы

Подтип	Форма	Длина изделия, см
Макароны	Трубка с прямым или волнообразным срезом	Короткие — 15...20 Длинные — не менее 20 (при подвесной сушке для наибольшей ветви длина второй ветви не ограничивается)
Рожки	Изогнутая или прямая трубка с прямым срезом	По внешней кривой — 1,5...4,0; любительские — 3,0...10,0
Перья	Трубка с косым срезом	От острого угла до тупого — 3,0...10,0
Лом макаронный	Деформированные макароны, обломки и обрезки макарон	5,0...13,5

Таблица 3

Деление подтипов трубчатых изделий на виды

Подтип	Вид	Сечение*, мм	Толщина стенок**, мм
Макароны, рожки, перья	Соломка (кроме перьев)	До 4,0	Не более 1,5 (допускается до 2,0 в количестве не более 5 % массы изделий в единице упаковки)
	Особые	4,1...5,5	
	Обыкновенные	5,6...7,0	
	Любительские	Более 7,0	

* Сечение изделий определяется по наружному диаметру.

** Толщину стенок рифленых и гофрированных изделий определяют в местах впадин.

В зависимости от длины вермишель выпускают короткой (короткорезаной) — длиной не менее 1,5 см, и длинной (двойной гнутой или одинарной) — длиной не менее 20 см, причем при наличии в партии вермишели свыше 20 % изделий длиной менее 20 см ее переводят в разряд короткой.

Длинную вермишель иностранного производства обычно называют *спагетти*.

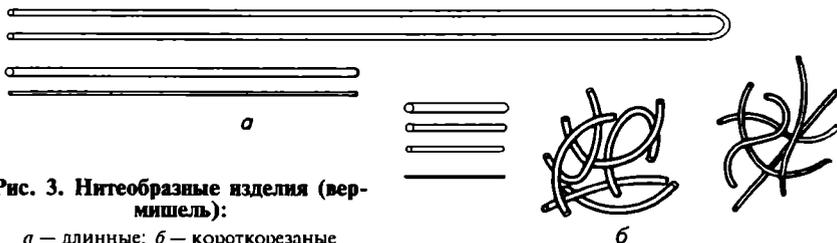


Рис. 3. Нитеобразные изделия (вермишель):

a — длинные; *b* — короткорезанные

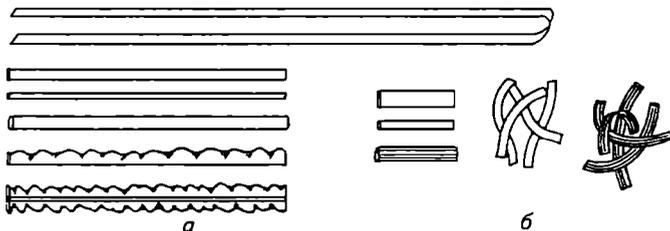


Рис. 4. Лентообразные изделия (лапша):

а — длинные; *б* — короткорезаные

Лентообразные изделия (лапшу) (рис. 4) в зависимости от размеров и формы выпускают различных видов и наименований: с гладкой или рифленой поверхностью, с прямыми, пилообразными, волнообразными и подобными краями.

Ширина лапши должна быть от 3 до 10 мм (ширина лапши «Волна» до 25 мм). Толщина лапши должна быть не более 2 мм. По длине лапшу классифицируют так же, как вермишель, и так же при наличии в партии лапши свыше 20 % изделий длиной менее 20 см ее относят к разряду короткой.

Фигурные изделия (рис. 5) изготовляют прессованием или штампованием. Фигурные изделия могут выпускаться любой

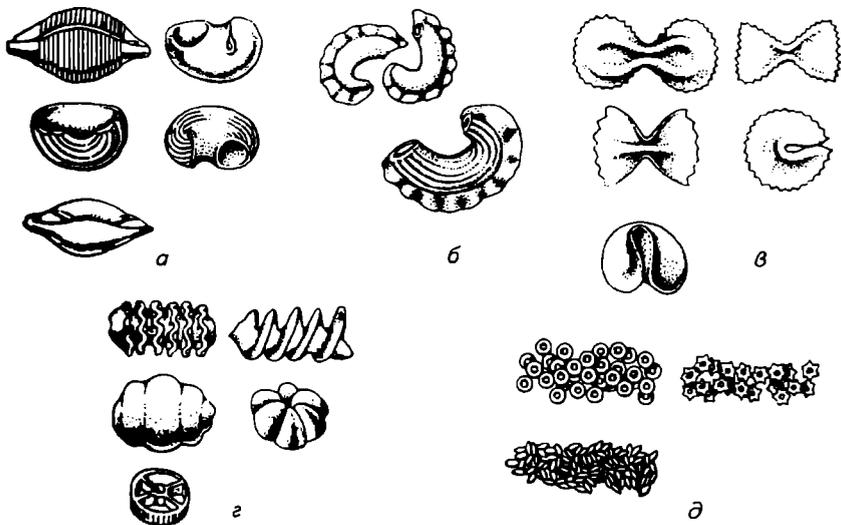


Рис. 5. Фигурные изделия:

а — ракушки; *б* — гребешки; *в* — бантики (штампованные); *г* — прочие; *д* — суповые засыпки

формы и размеров, но максимальная толщина любой части изделий в изломе не должна превышать 3,0 мм для прессованных изделий и 1,5 мм для штампованных.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как классифицируются макаронные изделия?
2. Какие достоинства имеют макаронные изделия как продукты питания?
3. На какие группы и классы подразделяются макаронные изделия?
4. На какие типы и виды в зависимости от формы подразделяются макаронные изделия?

Глава 2

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СТАДИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Процесс производства макаронных изделий состоит из следующих основных операций: подготовки сырья, приготовления теста, прессования теста, разделки сырых изделий, сушки, охлаждения высушенных изделий, отбраковки и упаковывания готовых изделий.

Подготовка сырья. Заключается в просеивании муки, отделении от нее металломагнитной примеси, подогреве (температура муки должна быть не ниже 10 °С), смешивании разных партий муки в соответствии с указаниями лаборатории фабрики.

Воду, предназначенную для замеса теста, подогревают в теплообменных аппаратах, а затем смешивают с холодной водопроводной водой до температуры, указанной в рецептуре.

Подготовка добавок состоит в размешивании их в воде, предназначенной для замеса теста. Куриные яйца перед использованием предварительно моют, а меланж размораживают.

Приготовление макаронного теста. Процесс приготовления теста складывается из дозирования ингредиентов (муки, воды и добавок) и замеса теста.

Ингредиенты вводят при помощи дозаторов, которые непрерывно подают муку и воду с растворенными в ней добавками в месильное корыто в соотношении примерно 3:1.

В месильном корыте идет интенсивное перемешивание муки и воды, увлажнение и набухание частиц муки — происходит процесс, который условно называется замесом макаронного теста, поскольку в отличие от хлебного или бисквитного макаронное тесто к концу замеса представляет собой не сплошную связанную массу, а множество увлажненных разрозненных комков и крошек.

Прессование теста. Цель прессования, иначе называемого экструзией, — уплотнить замешенное тесто, превратить его в однородную связанную вязкопластичную тестовую массу, а затем придать ей определенную форму. Тесто формуют, продавливая его через отверстия (фильеры), проделанные в металлической матрице. Форма отверстий определяет форму выпрессовываемых сырых изделий (полуфабриката). Например, через отверстия круглого сечения можно получить вермишель, прямоугольного — лапшу и т. д.

Разделка сырых изделий. Этот процесс складывается из двух операций: разрезания выпрессовываемых из матрицы сырых изделий на отрезки нужной длины и подготовки их к сушке. Подготовка же к сушке в зависимости от вида изготавливаемых изделий и применяемого сушильного оборудования заключается либо в раскладке сырых изделий на сетчатые транспортеры, рамки или в кассеты, либо в развешивании длинных прядей сырых изделий на сушильные жерди — бастуны.

Выпрессовываемые изделия перед резкой или в процессе резки интенсивно обдуваются воздухом для получения на их поверхности подсушенной корочки. Это предотвращает слипание изделий между собой, прилипание их к ножам и к сушильным поверхностям.

Сушка изделий. Цель сушки — закрепить форму изделий и предотвратить развитие в них микроорганизмов. Это наиболее длительная и ответственная стадия технологического процесса, от правильности проведения которой зависит в первую очередь прочность изделий. Очень интенсивная сушка приводит к появлению в сухих изделиях трещин, а очень медленная сушка, особенно на первой стадии удаления влаги, может привести к закиванию и плесневению изделий.

В настоящее время на макаронных предприятиях используют конвективную сушку макаронных изделий — обдувание изделий нагретым воздухом.

Охлаждение высушенных изделий. Этот процесс необходим для того, чтобы снизить высокую температуру изделий, выходящих из сушилки, до температуры воздуха упаковочного отделения. Если макаронные изделия упаковывать без охлаждения, то испарение влаги будет продолжаться в упаковке, что приведет к уменьшению массы упакованных изделий, а при влагонепроницаемой упаковке — к конденсации влаги на ее внутренней поверхности.

Наиболее предпочтительно медленное охлаждение высушенных изделий в специальных бункерах и камерах, которые называются стабилизаторами-накопителями.

Охлажденные изделия подвергают отбраковке, во время которой удаляют изделия, не отвечающие требованиям, предъявляемым к их качеству, после чего изделия упаковывают.

Упаковывание. Готовые изделия упаковывают либо в мелкую тару (коробочки, пакеты) вручную или фасовочными машинами, либо насыпью в крупную тару (короба, ящики, многослойные бумажные мешки).

Производство любого вида традиционных макаронных изделий всегда состоит из перечисленных стадий, однако вид вырабатываемых изделий, а также наличие того или иного оборудования и применяемые режимы производства определяют конкретную технологическую схему производства макаронных изделий на каком-либо конкретном предприятии. Основные варианты довольно широкого разнообразия технологических схем, используемых в настоящее время на отечественных макаронных предприятиях и предлагаемых ведущими зарубежными фирмами, мы рассмотрим ниже в процессе детального изучения отдельных технологических стадий производства макаронных изделий.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким признакам классифицируют макаронные изделия?
2. Чем отличаются основные стадии процесса производства макаронных изделий старым периодическим способом и по современной технологии?

Глава 3

СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Поскольку качество пищевых продуктов, и в частности макаронных изделий, обуславливается двумя основными факторами: качеством исходного сырья и спецификой технологических операций его переработки, прежде чем приступить к непосредственному изучению технологии макаронного производства, рассмотрим основные виды сырья, используемые для производства макаронных изделий, и их свойства.

Основными видами сырья для производства макаронных изделий служат мука, получаемая размолотом зерна пшеницы, и вода.

К дополнительному сырью относят различные обогатительные и вкусовые добавки.

ПШЕНИЦА

Пшеница — одна из самых древних культур, известных человеку еще 6,5 тыс. лет назад до нашей эры. В настоящее время это важнейшая продовольственная культура, под возделывание которой во всем мире отводится более 220 млн га земли.

ВИДЫ И СОРТА ПШЕНИЦЫ

Известно около 20 видов пшеницы, из которых наибольшее распространение получили мягкая (*Triticum vulgare*) и твердая (*Triticum durum*) пшеницы. На долю мягкой пшеницы в нашей стране приходится более 90 % посевов и сборов, твердой — около 7 %.

Зерновки мягкой и твердой пшеницы различаются между собой по ряду признаков: окраске, форме, стекловидности и т. д. На рис. 6 приведены наиболее типичные формы зерен мягкой и твердой пшеницы, а в табл. 4 — характерные их признаки.

Таблица 4

Отличительные признаки зерна мягкой и твердой пшеницы

Признак	Зерно пшеницы	
	мягкой	твердой
Форма	Яйцевидное или овальное, в поперечном разрезе округлое, с наибольшей шириной в первой трети зерна (ближе к зародышу)	Продолговатое, удлиненное, более ребристое, в поперечном разрезе угловатое, с наибольшей шириной в середине зерна
Величина	Средней крупности, может быть мелким или крупным	Чаще крупное
Цвет	Белый или красный разных оттенков	Янтарно-желтый, реже красный
Стекловидность	Чаще полустекловидная, мучнистая, редко полностью стекловидная	Стекловидная, редко полустекловидная
Форма зародыша	Округлый, более или менее вогнутый	Продолговатый, выпуклый
Бородка	Ясно выражена	Отсутствует или едва заметна

В России пшеница подразделяется на типы, подтипы (табл. 5), классы и сорта. В основу деления на типы положены следующие признаки: ботанический вид (мягкая или твердая), биологическая форма (озимая, высеваемая осенью, или яровая,

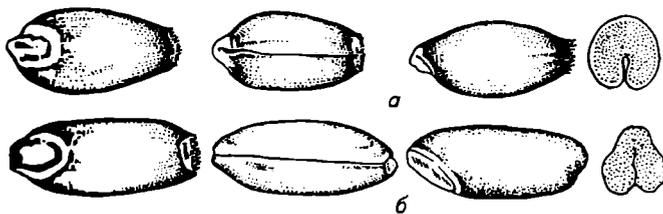


Рис. 6. Зерно пшеницы:
а — мягкой; б — твердой

высеваемая весной) и цвет (краснозерная или белозерная). Признаки для разделения пшеницы на подтипы: цвет зерна и степень стекловидности его в изломе.

Таблица 5

Деление пшеницы на типы и подтипы

Номер типа	Признаки типов по биологическим и ботаническим особенностям	Номер подтипа	Признаки подтипов по оттенку цвета	Общая стекловидность, %
I	Яровая краснозерная	1	Темно-красная	Не менее 75
		2	Красная	» » 60
		3	Светло-красная	» » 40
		4	Желто-красная	» » 40
		5	Желтая	Менее 40
II	Яровая твердая (дурум)	1	Темно-янтарная	Не нормирована
III	Яровая белозерная	2	Светло-янтарная	То же
		1	Белая	Не менее 60
IV	Озимая краснозерная	2	»	Менее 60
		1	Темно-красная	Не менее 75
V	Озимая белозерная	2	Красная	» » 60
		3	Светло-красная	» » 40
		4	Желто-красная	» » 40
		5	Желтая	Менее 40
			Подтипов не имеет	—

Многовековая практика производства макаронных изделий показывает, что лучшими макаронными свойствами обладает пшеница II типа — яровая твердая. Сорты этой пшеницы культивируют в степных засушливых районах на хорошо удобренных почвах. В нашей стране основные посевы ее сосредоточены в нижнем и среднем течении реки Урал, в Поволжье, на Кубани, Алтае. Широко распространена твердая пшеница в Средиземноморских странах, в первую очередь на юге Италии, а также в Канаде, меньше — в США, Аргентине, Индии. Наиболее распространенные отечественные сорта — Гордеиформе 10, Мелянопус 69, Народная.

Для изготовления макаронных изделий хорошего качества пригодны также некоторые сорта мягкой яровой белозерной пшеницы (тип III), отличающиеся высокой стекловидностью и большим содержанием белка, — высокостекловидная, сильная пшеница. К их числу относятся Саратовская 29, Саратовская 42, Саратовская 210.

Мука, которую получают размолотом зерна мягкой пшеницы с низкой степенью стекловидности (мучнистое зерно), используется для изготовления макаронных изделий только при недостатке продуктов помола твердой и высокостекловидной мягкой пше-

ницы, поскольку, несмотря на меньшую требовательность мягкой мучнистой пшеницы к условиям выращивания и более высокую урожайность ее по сравнению с твердой пшеницей, она имеет более низкие макаронные свойства. Это связано в первую очередь с отличиями в составе и свойствах основных химических компонентов зерна пшеницы.

СТРОЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Зерно пшеницы, продольный разрез которого изображен на рис. 7, состоит из оболочек 1, алейронового слоя 2, эндосперма 3 и зародыша 4.

Оболочки. Делятся на плодовую и семенную. Плодовая оболочка покрывает зерно, ее сравнительно легко можно удалить. Семенная оболочка прочно срастается с находящимся под ней алейроновым слоем и состоит из двух слоев: верхнего, содержащего красящие вещества, которые придают окраску зерну, и внутреннего, бесцветного. Клетки всех слоев оболочек имеют одревесневшие стенки, построенные из клетчатки. В созревшем зерне клетки оболочек внутри пустые. Общая масса оболочек довольно значительная — до 9 % массы всего зерна.

Алейроновый слой. Состоит из одного ряда очень крупных клеток, стенки которых довольно толстые и прозрачные, содержат в основном клетчатку. Клетки заполнены наполовину белком — алейроном, а также минеральными веществами и капельками жира. Алейроновый слой играет важную роль при доставке питательных веществ развивающемуся молодому колосу. Масса алейронового слоя составляет 5...7 % массы зерна.

Эндосперм. Составляет главную массу зерна — до 85 %. На 2/3 и более эндосперм состоит из крахмала и содержит 10...15 % белка. Кроме крахмала и белка эндосперм содержит небольшое количество сахаров, клетчатки, жира, минеральных солей и некоторых других веществ. Причем содержание химических компонентов в разных частях эндосперма неодинаково: центральные его части богаты крахмалом, а части, примыкающие к оболочкам (периферийные

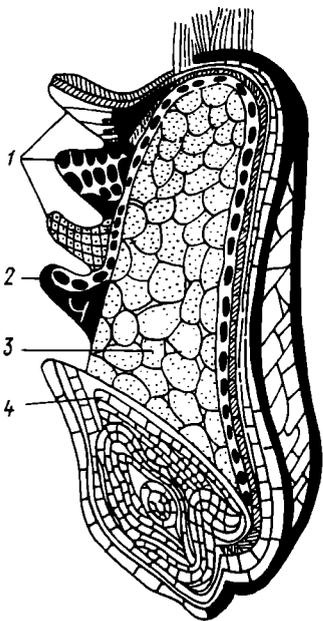


Рис. 7. Продольный разрез зерна пшеницы

части), — белками, сахарами, витаминами, ферментами и т. п.

Зародыш. Составляет 2...3 % массы зерна. Он богат белками, сахарами, жировыми веществами; здесь сосредоточено более половины всех витаминов зерна.

Химический состав частей зерна пшеницы не является постоянным, так как на него кроме вида и сорта пшеницы большое влияние оказывают район произрастания, климатические условия, применявшаяся агротехника выращивания. В табл. 6 приведен средний химический состав зерна пшеницы различных видов.

Таблица 6

Средний химический состав зерна пшеницы (на 100 г зерна)

Культура	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Клетчатка	Зола
	в граммах					
Пшеница:						
мягкая озимая	14,0	11,6	1,6	68,7	2,4	1,7
мягкая яровая	14,0	12,7	1,6	66,6	3,4	1,7
твердая	14,0	12,5	1,9	67,5	2,3	1,8

Продолжение

Культура	Минеральные вещества						Витамины		
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B ₁	B ₂	PP
	в миллиграммах								
Пшеница:									
мягкая озимая	24	379	50	111	339	5,1	0,41	0,17	5,04
мягкая яровая	23	350	57	104	419	5,7	0,46	0,13	7,13
твердая	21	325	62	114	368	5,3	0,37	0,10	4,94

Помимо указанных в таблице веществ твердая пшеница содержит до 0,5 мг% (0,05 мг в 100 г зерна) каротиноидных пигментов, которые практически полностью отсутствуют в мягкой пшенице и в очень небольшом количестве (менее 0,2 мг%) содержатся в мягкой стекловидной пшенице. Именно это свойство является одним из основных показателей твердой пшеницы как основного сырья для макаронного производства, так как красящие каротиноидные пигменты придают макаронным изделиям привлекательный янтарно-желтый цвет.

Второе основное отличие зерна твердой пшеницы от мягкой — это структура эндосперма: плотный, стекловидный у твердой пшеницы и рыхлый, мучнистый у мягкой. Это различие объясняется следующим образом.

В эндосперме зерна пшеницы крахмал находится в виде гранул размерами от 3 до 50 мкм, которые соединены между собой

белковыми веществами. При этом в эндосперме зерна твердой пшеницы преобладает прикрепленный белок (хафтпротеин), который прочно связан с крахмальными гранулами, обволакивая их и соединяя в монолитную стекловидную массу. В мучнистом эндосперме мягкой пшеницы преобладает промежуточный белок (цвикельпротеин), который слабо связан с зернами крахмала в виде отдельных перемычек с наличием воздушных включений. Это обуславливает рыхлость (непрозрачность) эндосперма мягкой пшеницы, его непрочность.

Об уплотненной, монолитной структуре эндосперма стекловидных зерен пшеницы и об отсутствии в нем внутренних пустот и промежутков свидетельствует большая объемная масса эндосперма твердой пшеницы: $1,482...1,518 \text{ г/см}^3$ против $1,442...1,471 \text{ г/см}^3$ у мучнистой мягкой пшеницы.

Указанные различия структуры эндосперма стекловидной и мучнистой пшеницы обуславливают различия продуктов их помола: твердое, стекловидное зерно при помоле раскалывается на крупинки с острыми гранями, сохраняющими монолитное строение; мягкое, мучнистое зерно при размолу рассыпается на множество отдельных или слабосвязанных зерен крахмала и комочков белка, т. е. образует порошкообразную муку.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Наиболее важные показатели качества зерна, по которым судят о степени его пригодности для производства макаронных изделий, следующие: влажность и натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность и засоренность.

Влажность зерна. Один из основных показателей качества. Влажность во многом определяет активность находящихся в зерне микроорганизмов и ферментов, а значит, и скорость протекания различных микробиологических и биохимических реакций. Те или иные виды порчи зерна (прорастание, самосогревание, плесневение и т. п.) при хранении возникают при его повышенной влажности.

Зерно пшеницы по содержанию влаги делят на четыре состояния: сухое — до 14,0 % включительно, средней сухости — свыше 14,0 до 15,5 %, влажное — свыше 15,5 до 17,0 % и сырое — свыше 17,0 %.

Натура зерна (объемная масса зерна). Натура — это масса 1 л зерна, выраженная в граммах. Ее обычно определяют в литровой пурке с падающим грузом. Чем выше натура зерна, тем больше в нем содержится полезных веществ, тем оно качественнее.

Масса 1000 зерен. Характеризует крупноту и полновесность зерна. При прочих равных показателях зерно тем лучше, чем выше масса 1000 зерен.

Стекловидность зерна. Один из главных показателей, характеризующих макаронное достоинство зерна пшеницы. Стекловидность можно определить визуально: стекловидные зерна имеют янтарную окраску и кажутся просвечивающимися. К стекловидным относят зерна полностью стекловидные или с легким помутнением, когда мучнистая часть занимает не более 1/4 площади поперечного сечения зерна.

К мучнистым относят зерна как полностью мучнистые, так и частично стекловидные, если стекловидная часть занимает не более 1/4 площади поперечного сечения зерна.

Остальные зерна называют полустекловидными.

Засоренность зерна. При уборке в зерно неизбежно попадают примеси, наличие которых, особенно трудноудаляемых, вызывает необходимость сложной очистки зерна перед его помолом. Примеси подразделяют на две основные фракции: сорную и зерновую.

К сорной относят примеси, не представляющие ценности, а также резко отличающиеся по составу от основного зерна и вредные в пищевом и кормовом отношении.

К зерновой относят примеси, которые в меньшей степени отражаются на качестве зерна и имеют некоторую пищевую и кормовую ценность.

Кроме сорной и зерновой примесей в пшеницу попадают примеси другого вида. Этот показатель влияет на внешний вид макаронных изделий, а именно — на степень однотонности их цвета.

Технические требования, предъявляемые к наиболее ценному зерну — твердой и сильной пшеницы, установленные российскими стандартами (ГОСТ 9353 и ГОСТ 9354) по перечисленным показателям, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Технические требования к зерну твердой и сильной пшеницы

Показатель	Сильная пшеница	Твердая пшеница по классам		
		I	II	III
Влажность (в зависимости от района возделывания), %, не более	17...19	17...19	17...19	17...19
Натура, г/л, не менее	730...755	770	764	745
Содержание примеси, %, не более:				
сорной	5,0	5,0	5,0	5,0
зерновой	15,0	15,0	15,0	15,0
Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более	—	15,0	15,0	15,0
Стекловидность, %, не менее	60	—	—	—

Показатель	Сильная пшеница	Твердая пшеница по классам		
		I	II	III
Содержание сырой клейковины, %, не менее	28,0	28,0	25,0	22,0
Качество клейковины, не ниже группы	I	II	II	II
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, за исключением клеща			

Согласно нормам последнего из указанных стандартов зерно твердой пшеницы по качеству делят на три класса. Зерно, не отвечающее требованиям I класса, относят ко II классу; не отвечающее требованиям II класса — к III, а не отвечающее требованиям III класса считают неклассным. Зерно, не соответствующее требованиям III класса по содержанию зерен пшеницы других типов, не относится к зерну твердой пшеницы.

Несмотря на относительно небольшую потребность отечественных производителей макаронных изделий в основном исходном сырье — в зерне твердой пшеницы, которая составляет примерно 1,8 млн. т в год, даже в самые урожайные годы эта потребность не удовлетворялась полностью. В среднем отечественное сельское хозяйство обеспечивает потребность макаронной отрасли России в зерне твердой пшеницы только на 20...30 %. Это связано с недостатком в России зон земледелия с сухим жарким климатом, с истощением почв, с дефицитом азотных удобрений и другими факторами. В связи с этим для увеличения ресурсов сырья для производства макаронных изделий высокого качества осуществляются закупки твердой пшеницы в зарубежных странах.

Среди стран — экспортеров твердой пшеницы в Россию следует в первую очередь отметить Канаду. Канадское янтарное зерно амбэ дурум отличается высокими мукомольными и макаронными свойствами (табл. 8).

Таблица 8

Показатели качества канадской твердой пшеницы амбэ дурум

Показатель	Величина показателя		
	средняя	минимальная	максимальная
Натура зерна, г/л	802	759	833
Масса 1000 зерен, г	37,8	30,1	45,3
Содержание зерен, %: на сите с диаметром отверстий, мм:			

Показатель	Величина показателя		
	средняя	минимальная	максимальная
3,18	3,5	0,2	13,4
2,78	28,9	6,0	56,6
2,38	53,7	30,1	68,9
на поддоне (проход)	14,4	2,5	39,1
Содержание, %:			
белка	14,1	11,7	17,1
зола	1,50	1,35	1,75

Высоким качеством обладает также зерно твердой пшеницы, выращиваемой в Италии. Так, за период 70...80-х годов его натура колебалась от 782 до 860 г/л, содержание золы — от 1,78 до 2,03 % и сорной примеси — не более 1 %. При этом следует отметить, что допускаемая итальянским законодательством примесь зерна мягкой пшеницы в зерно твердой не более 3 %.

ПШЕНИЧНАЯ МУКА

Основным сырьем для производства традиционных видов макаронных изделий являются высшие сорта крупитчатых продуктов помола зерна твердой пшеницы, называемые по-русски крупка, по-итальянски — сэмола, по английски — семолина. При соблюдении технологических режимов производства макаронные изделия из крупки твердой пшеницы имеют в сухом виде янтарно-желтый, золотистый цвет, высокую прочность и стекловидный излом, после длительной варки оставляют прозрачной варочную воду, не теряют своей формы, не склеиваются между собой, имеют светло-желтый цвет, приятные аромат и вкус. Однако в связи с дефицитом твердой пшеницы, в частности, у нас в стране и в связи с ее высокой стоимостью для расширения сырьевой базы, а также для выработки более дешевых сортов макаронных изделий для их производства используют более низкие сорта твердой пшеницы, а также продукты помола высоко-стекловидной и мучнистой мягкой пшеницы.

ВИДЫ ПОМОЛА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Помол зерна пшеницы и получение из него сортовой муки — сложный технологический процесс, осуществляемый на современных мельницах — мукомольных заводах.

Помол зерна делится на две основные стадии: подготовка зерна к помолу и собственно помол (размол) зерна, превращение его в муку.

Мукой называют превращенный в порошкообразное или крупитчатое состояние эндосперм зерна. Слово «мука» в данном случае используется в собирательном смысле для обозначения не только хлебопекарной порошкообразной муки, но и крупитчатой макаронной муки — крупки и полукрупки. При помоле оболочки и зародыш стремятся отделиться от зерна, поскольку оставшиеся в муке частички оболочек (отрубей) будут просматриваться на поверхности макаронных изделий в виде темных крапинок, ухудшающих внешний вид продукта, а зародыш, несмотря на большую биологическую ценность содержащихся в нем веществ, богат жиром, склонным к прогорканию, что придает муке горьковатый привкус. Таким образом, чем больше содержится в муке центральных частей эндосперма зерна и чем меньше в ней частиц оболочек и зародыша, тем выше сорт муки. А поскольку зольность оболочек и зародыша наибольшая по сравнению с эндоспермом, сорт муки тем выше, чем меньше в ней содержание золы.

Подготовка зерна к помолу. Заключается в очистке зерна от посторонних примесей, удалении зародышей, мойке зерна.

Для очистки зерна от сорняков, отличающихся от него своими размерами, применяют машины, в которых главным рабочим органом являются сита. Для отделения легких примесей (пыль и т. п.) применяют вейки, очищающие зерна струей воздуха. Сорняки, отличающиеся от зерна основной культуры (пшеницы) по форме (семена куколя, овсюга), отделяют от зерна триерами, где рабочими органами являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками, посредством которых из зерновой массы удаляют семена сорняков. От наружных загрязнений, а также от частиц зародыша и оболочек зерно очищают на обочных и щеточных машинах. Механизм очистки состоит в том, что быстровращающимися билами или щетками зерно много раз ударяется о внутреннюю шероховатую поверхность этих машин.

Зерно моют преимущественно теплой водой температурой 30...50 °С в специальных моечных машинах. Вымытое зерно подвергают отволаживанию — выдерживают в течение 6...16 ч. При этом происходит увлажнение зерна, которое способствует лучшему отделению от него оболочек в процессе дальнейшего размола.

Помол зерна (получение муки). Состоит из двух основных операций: собственно помола зерна (размол, дробление) и просеивания продуктов помола.

Зерно дробят на вальцовых станках, главными рабочими органами которых являются два цилиндрических чугунных катка (вальца) одинакового диаметра с нарезанными на них рифлями. Вальцы вращаются навстречу друг другу с разными скоростями. Зазор между вальцами устанавливают в зависимости от необходимой крупноты помола продукта в пределах 0,15...0,75 мм.

Продукт, выходящий из вальцового станка, не является одно-

родным по крупноте частиц, а представляет собой смесь разных по величине и неодинаковых по добротности крупинок: одни очень мелкие, другие крупные; одни являются чистым эндоспермом, т. е. наиболее качественным продуктом, другие же состоят из эндосперма с неотделенной от него некоторой долей оболочек. Наконец, некоторая часть измельченного продукта почти полностью состоит из одних оболочек, т. е. представляет собой отруби. Из всей этой массы необходимо выделить муку, т. е. наиболее однородный по крупноте частиц продукт, по составу представляющий собой чистый или почти чистый (в зависимости от сорта муки) эндосперм. Муку выделяют из этой массы на специальных просеивающих машинах, которые называются расцеваами, а оставшиеся после отделения муки продукты сортируют по величине и добротности частиц на сортировочных машинах. Отсортированные фракции снова поступают на размол в вальцовые станки, и процесс повторяется вновь.

Получаемую муку различают по сортам, которые характеризуют группу муки по качеству (мука высшего, I и II сортов), а также по выходу, который означает количество муки, полученное из ста массовых частей зерна.

В России действуют Правила организации и ведения технологического процесса на мельницах, которые, в частности, устанавливают возможные варианты помолов зерна твердой и мягкой стекловидной пшеницы и нормы выхода продуктов помола (табл. 9).

Получаемая в результате этих помолов мука высшего (крупка) и I сортов (полукрупка) твердой пшеницы должна удовлетворять требованиям ГОСТ 12307 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий», а мука высшего (крупка) и I сортов

Таблица 9

Нормы выхода продуктов (%) при различных видах помолов зерна твердой и стекловидной мягкой пшеницы

Продукты помола	Виды помолов твердой пшеницы						
	двухсортный 75%-ный	трехсортные 75%-ные			трехсортные 78%-ные		
<i>Мука</i>							
Высшего сорта (крупка)	60	35	40	45	20	30	35
I сорта (полукрупка)	—	25	20	15	35	25	20
II сорта	15	15	15	15	23	23	23
<i>Побочные продукты</i>							
Мучка кормовая и отруби	21,5	21,5	21,5	21,5	18,5	18,5	18,5
<i>Отходы</i>	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Итого	100	100	100	100	100	100	100

Продукты помола	Виды помолов мягкой стекловидной пшеницы					
	трехсортные 75%-ные			трехсортные 78%-ные		
<i>Мука</i>						
Высшего сорта (крупка)	20	30	30	15	20	30
I сорта (полукрупка)	30	20	25	30	30	20
II сорта	25	25	20	33	28	28
<i>Побочные продукты</i>						
Мучка кормовая и отруби	21,5	21,5	21,5	18,5	18,5	18,5
<i>Отходы</i>	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Итого	100	100	100	100	100	100

(полукрупка) мягкой стекловидной пшеницы — требованиям ГОСТ 12306 «Мука из мягкой стекловидной пшеницы для макаронных изделий». Требования этих стандартов к качеству указанных видов и сортов муки, объединяемых общим названием «макаронная мука», мы рассмотрим ниже. Здесь же отметим только их требования к исходному зерну.

Пшеница, идущая на размол, после очистки на мукомольных заводах не должна содержать (%): зерен ячменя, ржи и проросшего зерна (в сумме) более 4,0, в том числе проросшего зерна более 2,0; вредной примеси более 0,05, в том числе горчак и везеля (отдельно или вместе) более 0,04; куколя более 0,1.

В мягкой стекловидной пшенице, идущей на размол, допускается содержание твердой пшеницы не более 10 %.

В твердой пшенице, идущей на размол, допускается содержание мягкой не более 15 %. Этот довольно значительный допуск (в Италии этот предел составляет 3 %), как мы увидим далее, может оказывать отрицательное влияние на внешний вид макаронных изделий.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МУКИ И СВОЙСТВА ЕЕ КОМПОНЕНТОВ

Поскольку при сортовом помоле зерна стремятся наиболее полно отделить от него оболочки и зародыш, а эндосперм зерна превратить в муку, химический состав муки отличается от химического состава зерна главным образом более низким содержанием клетчатки, минеральных веществ, жира и белка при большем содержании углеводов.

Более высокие сорта муки получают из центральной части эндосперма, поэтому в их состав входит большее количество крахмала по сравнению с низкими сортами муки и меньшее количество белковых веществ, сахаров, жиров, витаминов. фер-

ментов и минеральных веществ, которые сосредоточены в основном в периферийных частях эндосперма.

В табл. 10 в качестве примера приведен средний химический состав хлебопекарной муки высшего, I и II сортов. Как видно из табл. 10, основную часть сухого вещества муки составляют крахмал и белковые вещества.

Таблица 10

Средний химический состав хлебопекарной муки высшего, I и II сортов
(в 100 г муки)

Сорт муки	Вода	Белки	Жиры	Моно- и дисахариды	Крахмал	Клетчатка	Зола
	в граммах						
Высший	14,0	10,3	1,1	0,2	68,7	0,1	0,5
I	14,0	10,6	1,3	0,5	67,1	0,2	0,7
II	14,0	11,7	1,8	0,9	62,8	0,6	1,1

Продолжение

Сорт муки	Минеральные вещества						Витамины		
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B ₁	B ₂	PP
	в миллиграммах								
Высший	3	122	18	16	86	1,2	0,17	0,04	1,20
I	4	176	24	44	115	2,1	0,25	0,08	2,20
II	6	251	32	73	184	3,9	0,37	0,12	4,55

Крахмал. Составляет около 4/5 сухого вещества муки. Поскольку в зерне пшеницы процентное содержание крахмала увеличивается от периферии к центру, более высокие сорта пшеничной муки содержат несколько большую долю крахмала по сравнению с более низкими сортами.

Крахмал — высокомолекулярный полимер, состоящий из полисахаридов двух типов: амилозы и амилопектина. Макромолекула амилозы имеет преимущественно линейную структуру, амилопектина — разветвленную. Амилоза окрашивается раствором йода в синий цвет, амилопектин — в фиолетовый. На долю амилозы в пшеничном крахмале приходится в среднем 24 %, амилопектина — 76 %.

В пшеничной муке крахмал находится в виде зерен овальной или сферической формы, размеры которых колеблются от 3 до 50 мкм. При исследовании крахмальных зерен в поляризационном микроскопе обнаруживается их двойное лучепреломление, что говорит об их кристаллической структуре.

При комнатных условиях зерна крахмала удерживают 9...10 % влаги. При смачивании холодной водой зерна крахмала частично набухают, сохраняя свою форму и не растворяясь. При нагрева-

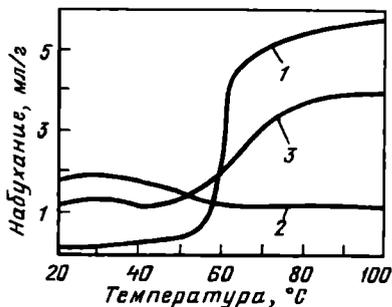


Рис. 8. Изменение набухания водных суспензий крахмала (1), клейковины (2) и пшеничной муки (3) при нагревании

начинается процесс клейстеризации пшеничного крахмала, сопровождающийся поглощением значительного количества воды, разрывом полисахаридных цепочек и превращением крахмальных зерен в единую гелеобразную, студнеобразную массу — клейстер; при дальнейшем нагревании клейстера крахмал поглощает пятикратное количество воды и более. Таким образом, клейстеризация крахмала — это процесс его *гидротермической деструкции*, т. е. необратимого разрушения природной нативной структуры в процессе нагревания при избытке воды.

По-иному ведет себя крахмал при нагревании в условиях недостатка влаги: неувлажненный крахмал (влажность около 10 %) даже при нагревании до 90 °C практически не меняет своей структуры; увлажненные до 30...32 % зерна крахмала при нагревании до 70 °C сохраняют свою форму, и лишь около 20 % зерен теряют нативную кристаллическую структуру. Иными словами, глубина термической деструкции крахмальных зерен увеличивается с повышением температуры, но снижается при уменьшении влажности.

Белки. Представляют собой высокомолекулярные вещества, первичная структура которых образована полипептидными цепочками, построенными из различных аминокислот и соединенными между собой пептидными связями. Состав аминокислот муки и изготовленных из нее изделий определяет их белковую ценность. При этом особую ценность представляют незаменимые аминокислоты (изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, триптофан, треонин и валин), так как они не могут синтезироваться в организме человека. Среди незаменимых аминокислот особую важность представляет лизин. К сожалению, недостаток именно этой аминокислоты ощущается в белках как твердой, так и мягкой пшеницы, а следовательно, в муке и макаронных

нии водной суспензии пшеничного крахмала происходит увеличение объема крахмальных зерен, т. е. набухание вследствие поглощения большого количества воды. Этот процесс графически отображен в виде кривой 1 на рис. 8: при 20...30 °C происходит увеличение крахмальных зерен до 50 % исходного объема; с увеличением температуры до 60 °C происходит дальнейшее увеличение объема зерен с сохранением их индивидуальности, но с потерей кристаллической структуры; при температуре 62,5 °C

изделиях из нее. Как видно из табл. 11, скор* пшеничной муки по лизину составляет 44 % для высшего сорта и 50 % для I сорта независимо от вида исходной пшеницы.

Таблица 11

Состав аминокислот пшеничной муки

Аминокислоты	Содержание аминокислот в муке, г/100 г	
	высшего сорта	I сорта
Незаменимые	2890	3400
В том числе:		
валин	390	510
изолейцин	430	530
лейцин	850	880
лизин	250	290
метионин	100	160
треонин	270	330
триптофан	100	120
фенилаланин	500	580
Заменимые	6650	7360
Общее содержание	9540	10760
Лимитирующая, скор, %	Лизин, 44	Лизин, 50

В крупитчатой муке из твердой и высокостекловидной мягкой пшеницы белки находятся главным образом в прикрепленной форме в виде пленок толщиной 1...2 мкм, обволакивающих и склеивающих зерна крахмала в отдельные крупинки. Поэтому на фотографиях микроструктуры крупки твердой пшеницы, полученных с помощью электронных сканирующих микроскопов, нет контрастного изображения крахмальных зерен: они как бы покрыты вуалью.

В порошкообразной муке из мягкой мучнистой пшеницы белки находятся главным образом в промежуточной форме в виде частичек и комочков размерами 2...3 мкм, отдельных или слабоприкрепленных к зернам крахмала. На микрофотографиях хлебопекарной муки четко, контрастно видны крахмальные зерна.

По способности растворяться в различных растворителях белки пшеницы делят на четыре группы: белки, растворимые в чистой воде и в солевых растворах, — альбумин; белки, растворимые только в солевых растворах, — глобулин; белки, растворимые в водных растворах спиртов (этанол, метанол и др. при концентрации спирта 60...70 %), — глиадин; белки, растворимые

* Скор — степень соответствия аминокислотного состава продукта составу идеального белка, в 100 г которого содержится (г): изолейцина 4, лейцина 7, лизина 5,5, метионина и цистина 3,5 в сумме, фенилаланина и тирозина 6 в сумме, триптофана 1, треонина 4 и валина 5.

в щелочи, — глютенин. Среднее содержание белковых фракций в крупке твердой пшеницы и в хлебопекарной муке (из мягкой пшеницы) приведено в табл. 12.

Таблица 12

Фракционный состав белков крупки и хлебопекарной муки (%)

Мука	Фракции белка				
	альбумин	глобулин	глиадин	глютенин	остаток
Крупка	13,2	12,0	39,8	21,5	14,5
Хлебопекарная высшего сорта	16,2	9,4	34,2	37,6	5,5

При этом особую технологическую роль в макаронном производстве, как и в хлебопекарном, имеют водонерастворимые фракции белка — глиадин и глютенин. Именно эти фракции формируют при замесе теста клейковину, свойства и функции которой мы рассмотрим несколько ниже при изучении макаронных свойств муки.

Жиры. Основная масса жиров (липидов), содержащихся в зерне пшеницы, сосредоточена в зародыше, т. е. в той части, которую вместе с оболочками стремятся отделить от зерна при его размоле в муку. Вследствие этого содержание жиров в пшеничной муке не превышает 2 % и тем меньше, чем выше сорт муки.

Как мы уже отметили, удаление зародыша при помоле зерна связано главным образом с прогорканием жиров при хранении, которое обусловлено окислением ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха. При этом кислород присоединяется по месту двойных связей кислот, образуя перекиси. В результате дальнейшего разложения образовавшихся перекисей жирных кислот образуются альдегиды, придающие муке и готовым макаронным изделиям неприятный вкус и запах. Процесс прогоркания ускоряется в присутствии небольшого количества влаги, при повышенной температуре и на свету.

Однако с точки зрения макаронного производства жиры в муке выполняют важную функцию: в них растворены каротиноидные пигменты (каротиноиды).

Каротиноиды. К этой группе относятся вещества, окрашенные в желтый или оранжевый цвет. В макаронном производстве наличие каротиноидов в муке обуславливает привлекательный янтарно-желтый цвет изделий. Относительно большое количество каротиноидов (до 0,5 мг/кг) находится в продуктах помола твердой пшеницы, меньше — в мягкой стекловидной, и почти нет их в хлебопекарной муке мягкой пшеницы. Именно поэтому продукты помола твердой и мягкой стекловидной пшеницы (крупка

и полукрупка) являются основным мучным сырьем макаронного производства.

К основным каротиноидам пшеничной муки относятся ксантофилл, эфиры ксантофилла и каротин. Соотношение их зависит от вида, сорта и условий произрастания исходной пшеницы. В среднем на долю ксантофилла приходится около 90 %, на долю его эфиров и каротина — по 5 % общей доли каротиноидных пигментов, содержащихся в муке. Из всех же каротиноидов муки пшеницы биологически активен только каротин как провитамин А, т. е. он синтезируется в этот витамин в организме человека. Учитывая ничтожное количество каротина в муке, можно сказать, что каротиноидные пигменты играют в макаронном производстве главным образом эстетическую роль, придавая изделиям приятный янтарно-желтый цвет.

Молекулы каротиноидных пигментов содержат большое количество непрочных двойных связей, что является одной из причин легкой их окисляемости и потери каротиноидами цвета. Обесцвечивание пигментов интенсивно происходит под действием света (с этим связано отбеливание муки при хранении на свету), а также в результате ферментативного процесса с участием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха и влаги.

Минеральные вещества (зола). К минеральным веществам муки относят те вещества, которые после полного сжигания муки остаются в виде золы. Поскольку в зерне пшеницы наиболее высокая зольность у оболочек и алейронового слоя, которые стремятся удалиться в процессе помола, и самая низкая — в центральных частях эндосперма, величина зольности в первую очередь определяет сорт муки: чем меньше содержание золы в муке, тем выше ее сорт.

Витамины и ферменты. Сосредоточены в пшеничном зерне главным образом в зародыше и периферийных частях эндосперма, примыкающих к оболочке. Вследствие этого в муке практически отсутствуют жирорастворимые витамины и очень мало водорастворимых (см. табл. 10).

Что касается ферментов, то, несмотря на небольшую долю их в муке, они играют важную роль в биохимических процессах, происходящих при хранении муки и в процессе производства макаронных изделий.

Фермент липоксигеназа в присутствии кислорода воздуха и влаги катализирует окисление некоторых ненасыщенных высокомолекулярных жирных кислот с образованием гидроперекисей. Образующиеся таким образом гидроперекиси имеют весьма высокую окислительную способность и могут окислять далее новые порции ненасыщенных жирных кислот и каротиноиды. В результате этого мука может обесцвечиваться при хранении во влажной среде, даже если она и защищена от света. В то же время в

процессе изготовления макаронных изделий каротиноиды не разрушаются, поскольку уже с первых минут замеса теста жиры муки, в которых находятся каротиноиды, образуют с белками связанные и прочносвязанные комплексы, которые надежно предохраняют каротиноидные пигменты не только от ферментативного разрушения, но и от разрушения под действием света: макаронные изделия из твердой пшеницы не теряют желтый оттенок при хранении на свету в прозрачной упаковке.

Таким образом, в процессе производства обесцвечивания макаронных изделий не происходит, напротив — наблюдается процесс их потемнения. В результате этого нежелательного процесса макаронные изделия из твердой пшеницы приобретают коричневый оттенок, а изделия из мягкой пшеницы — серый. Оттенок связан с присутствием в муке фермента полифенолоксидазы, катализирующего в присутствии кислорода воздуха и влаги окислительное разложение аминокислоты тирозина с образованием темноокрашенных соединений — меланинов.

МАКАРОННЫЕ СВОЙСТВА МУКИ

Макаронные свойства муки, которые характеризуют возможность получения из нее макаронных изделий высокого качества, определяются четырьмя основными показателями, а именно: количеством клейковины, содержанием каротиноидных пигментов, содержанием темных вкраплений и крупнотой помола.

Количество клейковины. Клейковина в макаронном производстве выполняет две основные функции: является пластификатором, т. е. выполняет роль своеобразной смазки, придающей массе крахмальных зерен текучесть, и связующим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единую тестовую массу. Первое свойство клейковины позволяет формовать тесто, продавливая его через отверстия матрицы, второе — сохранять приданную тесту форму.

Уникальность клейковины состоит также в том, что сформированный при прессовании теста клейковинный каркас, который удерживает массу крахмальных зерен в выпрессовываемых сырых изделиях и упрочняется затем при сушке изделий, при опускании в кипящую воду, т. е. при варке изделий, не только не разжижается, а напротив — фиксируется, упрочняется в результате денатурации клейковины.

Представленный на рис. 9 в виде кривых характер изменения пластических и прочностных свойств выпрессовываемых сырых изделий в зависимости от содержания сырой клейковины в исходной муке показывает, что оптимальное соотношение между этими свойствами (область пересечения кривых) находится в области содержания сырой клейковины порядка 28 %. Такая

доля сырой клейковины в муке является, следовательно, оптимальной с технологической точки зрения.

Анализ изменения варочных свойств макаронных изделий, изготовленных из муки с различным содержанием клейковины, показывает, что при содержании сырой клейковины от 28 до 40 % изделия имеют примерно одинаковые значения каждого из показателей, характеризующих варочные свойства, а именно: время варки до готовности, увеличение массы (объема) сваренных изделий, потери сухих веществ изделий в процессе варки (степень мутности варочной жидкости), прочность сваренных изделий и степень их слипаемости. В то же время при уменьшении содержания сырой клейковины в муке ниже 28 % резко увеличиваются потери сухих веществ и степень слипаемости и снижается прочность сваренных изделий (они становятся кашеобразными) вследствие чрезмерного ослабления структуры изделий: содержания клейковины не хватает для прочного соединения и удерживания клейстеризующихся зерен крахмала, которые, набухая, разрывают непрочную клейковинную решетку. При увеличении же содержания клейковины в муке выше 40 % для варки изделий требуется более длительное время, а готовые изделия имеют резинообразную текстуру. Следует отметить, что очень редко встречается мука с таким содержанием клейковины. Как правило, такую муку получают, искусственно добавляя клейковину.

Наконец, надо отметить, что содержание клейковины в исходной муке определяет белковую ценность макаронных изделий и обуславливает вкус и аромат сваренных изделий. Исходя из этого, следует, что наиболее приемлемой для производства макаронных изделий является мука с содержанием клейковины до 30...32 % и более. Но следует иметь в виду, что хотя мука с содержанием клейковины 26...28 % менее желательна, она вполне пригодна при соблюдении правильных технологических режимов для производства макаронных изделий нормального качества.

Выше мы упоминали, что основными белковыми фракциями клейковины являются глютенин и глиадин. Молекулярная масса глютенина превосходит молекулярную массу глиадина, что во многом обуславливает различия в их структурно-механических

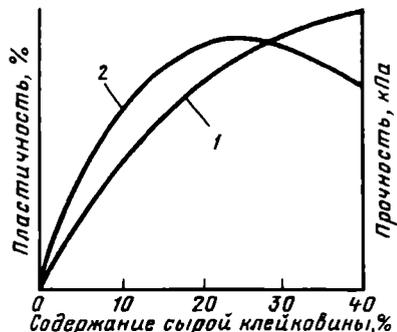
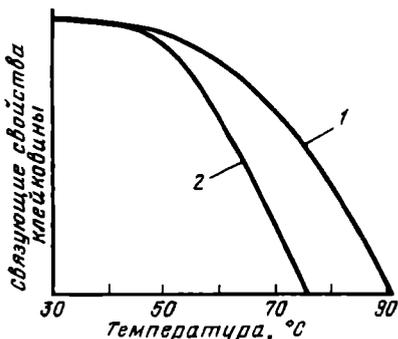


Рис. 9. Характер изменения пластичности (1) и прочности (2) сырых макаронных изделий в зависимости от содержания сырой клейковины в исходной муке

свойствах: выделенный из муки гидратированный глютен представляет собой резинообразную упругую массу, а глиадин — сильно растяжимую, вязкотекучую, липкую, неупругую массу. В связи с этим «сила» муки, особенно важный показатель с точки зрения хлебопекарного производства, характеризуется в первую очередь наличием и свойствами глютелиновой фракции клейковины. Для макаронного производства наиболее ценной фракцией является глиадин: именно его наличие и свойства определяют текучесть и связанность теста. Однако определенную роль и здесь выполняет глютен, обуславливая необходимую упругость и эластичность сырых макаронных изделий. Кроме того, около 80 % липидов муки формируют связанные и прочносвязанные комплексы, которые предохраняют каротиноиды от окисления, именно с глютелиновой фракцией белка.

Кривая набухания клейковины, приведенная на рис. 8, показывает, что при температуре 20...30 °С клейковина удерживает максимальное количество воды — примерно двукратное. При увеличении температуры воды до 60 °С и более клейковина поглощает примерно в два раза меньшее количество воды. Учитывая, что при замесе макаронного теста добавляют примерно 1/3 воды от массы муки, можно сказать, что это лишь половина того количества воды, которое может связать и удержать клейковина.

Увеличение температуры приводит к изменению и другого свойства клейковины, особенно важного для макаронного производства, — к снижению связующих свойств в результате денатурации. Однако этот процесс замедляется при снижении влажности клейковины. Кривые, приведенные на рис. 10, показывают, что при влажности клейковины, характерной для макаронного теста (100 % массы клейковины), величина снижения ее связующих свойств при температуре 70 °С составляет примерно половину от снижения связующих свойств полностью гидратированной клейковины (влажность 200 %). Полная потеря связующих свойств первой пробы клейковины наступает при 90 °С, второй — при 75 °С.



Обычно клейковину муки оценивают не только с количественной, но и с качественной стороны, определяя степень ее растяжимости, упругости и эластичности. Однако эти свойства клейковины отражают главным образом свойства глю-

Рис. 10. Характер изменения связующих свойств клейковины влажностью 100 % (1) и 200 % (2) при нагревании

тениновой фракции, имеющей второстепенное значение в формировании структуры макаронных изделий. Кроме того, в процессе прессования теста на шнековых прессах происходит довольно глубокое изменение физических свойств клейковины: она теряет эластичность, упругость, становится короткорвушейся, губчатой. Вследствие этого отмеченные показатели качества клейковины, отмытой из муки, не отражают ее макаронных свойств.

Содержание каротиноидных пигментов. Поскольку каротиноидные пигменты придают макаронным изделиям приятный янтарно-желтый цвет, наиболее предпочтительна для производства макаронных изделий мука с высоким содержанием каротиноидов. Это не означает, что мука, например, белого или кремового цвета не может быть использована в макаронном производстве, однако цвет изделий из нее будет менее привлекателен, и цена таких изделий должна быть ниже.

Содержание темных вкраплений. Присутствующие в муке частички оболочек, алейронового слоя, зародыша пшеничного зерна и частички семян других культур выступают на поверхности макаронных изделий в виде темных точек, ухудшая внешний вид изделий. Кроме того, наличие в муке значительного количества периферийных частей зерна свидетельствует о повышенном содержании аминокислот и ферментов, в частности тирозина и полифенолоксидазы, участвующих в нежелательном процессе потемнения макаронных изделий во время сушки. Поэтому с точки зрения внешнего вида макаронных изделий для их изготовления желательно использовать муку высших сортов.

С другой стороны, некоторое противоречие состоит в том, что чем ниже сорт исходной муки, тем выше пищевая ценность изготовленных из нее изделий — больше содержание белка, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. Хотя и здесь надо оговориться: при неблагоприятных условиях выращивания именно в периферийных частях зерна накапливаются вредные вещества — токсичные элементы, микотоксины, нитраты и пестициды.

Крупнота помола (гранулометрический состав, размер частиц муки). При прочих равных показателях муки размер ее частиц в пределах 150...400 мкм не оказывает заметного влияния на качество сухих и сваренных макаронных изделий. Очень же большие частицы крупки, размером 400...500 мкм, не успевают полностью пропитаться влагой во время замеса теста и сохраняют свою индивидуальность при прессовании. А поскольку в исходных партиях зерна твердой пшеницы, идущих на размол в крупку, содержится до 15 % мучнистых зерен мягкой пшеницы, да и зерна твердой пшеницы не всегда полностью стекловидны, содержащиеся в крупке белесые крупные частицы видны на по-

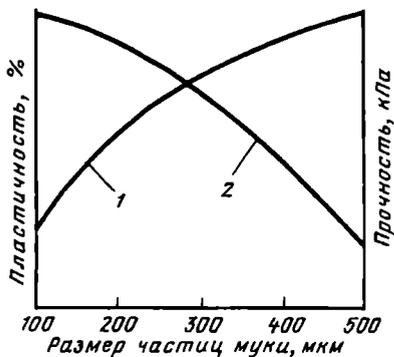


Рис. 11. Характер изменения пластичности (1) и прочности (2) сырых макаронных изделий в зависимости от размеров частиц исходной муки

верхности сухих изделий в виде светлых точек. Это нарушает однотонность цвета изделий, ухудшает их товарный вид.

Гранулометрический состав муки оказывает значительное влияние на ее водопоглотительную способность, а следовательно, на физические свойства уплотненного теста и сырых изделий, на соотношение их прочностных и упругопластических свойств. Как показывают кривые изменения пластичности и прочности сырых макаронных изделий в зависимости от размеров частиц исходной муки (рис. 11), оптимальное соотношение этих показателей

имеет место при размерах частиц от 200 до 350 мкм. Крупка с такими размерами частиц наиболее благоприятна для производства макаронных изделий. Тем более что порошкообразная мука с размером частиц менее 150 мкм образует много пыли при транспортировании, а также своды при разгрузке бункеров, в которых она хранится, вследствие значительно меньшей текучести по сравнению с крупитчатой мукой.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ МУКИ

Пшеничная мука, используемая для производства макаронных изделий, должна удовлетворять требованиям соответствующих стандартов — ГОСТов и ТУ

Основными российскими стандартами на муку для макаронных изделий являются ГОСТ 12307 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий» и ГОСТ 12306 «Мука из мягкой стекловидной пшеницы для макаронных изделий». Требования этих стандартов к качеству муки (крупки и полукрупки) по органолептическим и физико-химическим показателям приведены в табл. 13. В этой же таблице приведены нормы качества хлебопекарной муки высшего и I сортов, используемой для производства макаронных изделий, установленные ГОСТ 26574.

Как видно из табл. 13, показатели основного сырья — крупки твердой пшеницы для производства макаронных изделий высокого качества соответствуют рассмотренным выше требованиям к ее макаронным свойствам. Исключение составляет размер частиц, который для основной массы крупки допускается в пределах 250...500 мкм. В связи с этим были разработаны и утвержде-

Требования основных российских стандартов к качеству муки, используемой в макаронном производстве

Показатели	Мука из твердой пшеницы по ГОСТ 12307		Мука из мягкой стекловидной пшеницы по ГОСТ 12306		Хлебопекарная мука из мягкой пшеницы по ГОСТ 26574	
	высшего сорта (крупка)	I сорта (полукрупка)	высшего сорта (крупка)	I сорта (полукрупка)	высшего сорта	I сорта
<i>Органолептические</i>						
Цвет	Кремовый с желтым оттенком	Светло-кремовый	Белый с желтым оттенком	Белый с кремовым оттенком	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый или белый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный нормальной муке, без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов					
Вкус	Свойственный нормальной муке, без кислого, горького и других посторонних привкусов					
Содержание минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста					
<i>Физико-химические</i>						
Влажность, %, не более	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Содержание: сырой клейковины, %, не менее	30	32	28	30	28	30
зола, % на абс. СВ, не более	0,75	1,10	0,55	0,75	0,55	0,75
Крупнота помола, %, не более: остаток на сите из шелковой ткани	№ 140, 3	№ 190, 3	№ 150, 3	№ 190, 3	№ 43,5	—
проход через сито из шелковой ткани	№ 260, 12	№ 43, 40	№ 260,15	№ 43, 50	№ 35, 2	№ 43, не менее 75
Содержание металлопримесей, мг/кг муки, не более	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается					

Пр и м е ч а н и я: 1. Номера шелковой ткани сит установлены ГОСТ 4403. Трехзначный номер шелкового (для манной крупы) сита означает количество нитей на 1 дм длины. Средний размер ячеек сит № 140, 150, 190 и 260 составляет соответственно 530, 480, 375 и 245 мкм. Двухзначный номер шелкового (для муки) сита означает количество нитей на 1 см длины. Средний размер ячеек сит № 35 и 43 составляет соответственно 185 и 150 мкм.

2. Величина отдельных частиц металлопримесей в наибольшем измерении не должна превышать 0,3 мм, а масса отдельных крупинок должна быть не более 0,4 мг.

ны ТУ 8-22-27—89 на муку из твердой пшеницы (дурум) — крупку с повышенной дисперсностью. Однако, к сожалению, эти технические условия предусматривают не столько снижение верхнего предела размера частиц крупки — до 450 мкм, сколько снижение нижнего предела — до 150 мкм.

Некоторым сдвигом в сторону ухудшения макаронных свойств крупки твердой пшеницы явился ввод в действие ТУ 8-11-62—89, которые с целью экономии ресурсов твердой пшеницы увеличили допустимый предел зольности до 1,0 %.

Для улучшения макаронных свойств продуктов помола мягкой пшеницы были введены ТУ 8-22-30—86 на новый вид макаронной муки — крупку из мягкой пшеницы.

Основные требования перечисленных технических условий к качеству крупки приведены в табл. 14.

Таблица 14

Показатели качества крупки твердой и мягкой пшеницы по техническим условиям

Показатели	Крупка твердой пшеницы		Крупка мягкой пшеницы, по ТУ 8-22-30—86
	по ТУ 8-22-27—89	по ТУ 8-11-62—89	
<i>Органолептические</i>			
Цвет	Светло-желтый с кремовым оттенком		Белый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, незатхлый, неплесневелый		
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький		
<i>Физико-химические</i>			
Влажность, %, не более	15,5	15,5	15,5
Содержание:			
сырой клейковины, %, не менее	30	30	28
зола, %, на асб. СВ, не более	0,85	1,00	0,55
Крупнота помола, %, не более:			
остаток на сите из шелковой ткани	№ 150, 3	№ 190, 5	№ 150, 3
проход через сито из шелковой ткани	№ 43, 3	№ 43, 15	№ 43, 5
Содержание металлопримесей, мг/кг муки, не более	3,0	3,0	3,0

Относительно муки, используемой в зарубежных странах, надо отметить, что в Италии, Франции и Греции для производства макаронных изделий разрешено использовать только продукты помола твердой пшеницы. Это связано в первую очередь с тем, что жаркий климат этих стран способствует выращиванию

именно твердой пшеницы, и со стремлением этих государств к сокращению импорта более дешевого зерна мягкой пшеницы. В остальных странах мира, как и в России, для производства макаронных изделий высокого качества также используют крупитчатые продукты помола твердой пшеницы, однако для производства более дешевых изделий применяют и хлебопекарную муку.

В табл. 15 приведены основные требования итальянского законодательства к макаронной муке — сэмоле (крупке) и сэмолато (полукрупке). Отметим отсутствие регламентации итальянской макаронной муки на содержание клейковины: считается, что этот показатель тесно связан с содержанием белка, определение которого проводится с большей точностью и объективностью.

Таблица 15

Нормы качества итальянской муки для макаронных изделий (в соответствии с законом № 440 от 08.06.1971)

Показатель	Норма для муки	
	сэмола	сэмолато
Влажность, %, не более	14,5	14,5
Содержание:		
зола, % на абс. СВ:		
не более	0,85	1,20
не менее	0,70	0,90
целлюлозы, %:		
не более	0,45	0,85
не менее	0,20	—
белка (N×5, 7), %, не менее	10,50	11,50
Проход через сито с ячейками 0,187 мм, %, не более	10	—

Кроме того, в Италии предусмотрена выработка крупитчатой муки из мягкой пшеницы, называемой гранито, которая также предназначена для производства макаронных изделий, но только исключительно на экспорт.

ХРАНЕНИЕ МУКИ

На макаронные предприятия муку доставляют либо автотранспортом, либо по железной дороге. При этом муку перевозят в мешках (тарным способом) или в автомуковозах (бестарным способом).

Различают два способа хранения муки на складах предприятий: тарный способ, когда мука хранится в мешках, и бестарный способ, когда мука хранится в бункерах (силосах). Бестарный способ перевозки и хранения муки более предпочтителен, так как имеет ряд преимуществ перед тарным. При бестарном

способе частично ликвидируется ручной труд, связанный с погрузкой и разгрузкой мешков, высыпанием муки из мешков в приемные бункера. Все эти операции при бестарном хранении механизированы и автоматизированы, и управление ими осуществляется одним оператором с пульта управления. Кроме того, при тарном способе возникают дополнительные потери муки, связанные с ее распылом, а также с остатками ее в опорожненных мешках и т. п., и дополнительные расходы на ткань для изготовления мешков.

Мешки изготавливают из льняной, полульняной, хлопчатобумажной тканей. По степени износа мешки делят на новые и бывшие в употреблении. Муку можно перевозить и хранить в новых и бывших в употреблении мешках, но чистых, сухих и имеющих не более пяти заплат (иначе говоря, не ниже III категории). Масса муки в мешке составляет 50 кг.

На складах мешки с мукой укладывают на деревянные поддоны тройниками или пятериками (рис. 12) по несколько рядов в высоту: до восьми, когда подвоз мешков к приемным воронкам осуществляют грузчики с помощью двухколесных тележек — «медведок», и до двенадцати, когда поддон с мешками подвозится к воронке электропогрузчиками. Поддоны с мешками ставят друг к другу, формируя так называемые штабеля. Ширина и длина штабеля не должны превышать 12 м. Расстояние от стены до штабеля должно быть не менее 0,5 м, а между штабелями — не менее 0,75 м.

Каждую *партию* муки, под которой понимают любое количество однородной по качеству муки, снабжают штабельным ярлыком. В нем указывают сорт муки, дату выбоа, номер накладной, массу партии, число мешков, дату поступления на предприятие, показатели ее качества, предусмотренные стандартом (сертификат качества).

Склад тарного хранения муки должен быть сухим, отопляемым, с хорошей вентиляцией. Пол склада должен быть без щелей, желателно заасфальтированным. Температура воздуха на складе должна быть в зимнее время не ниже 8...12 °С, а относительная влажность воздуха — не выше 60...65 %.

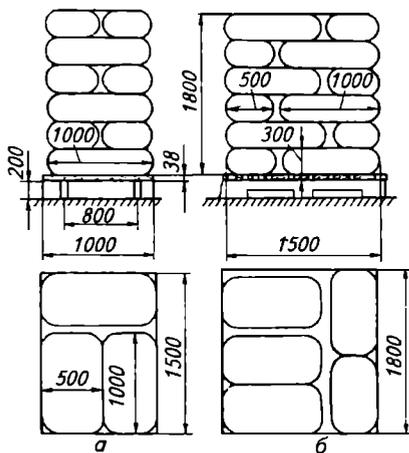


Рис. 12. Способы укладки мешков с мукой на поддоны:

а — тройником; б — пятериком

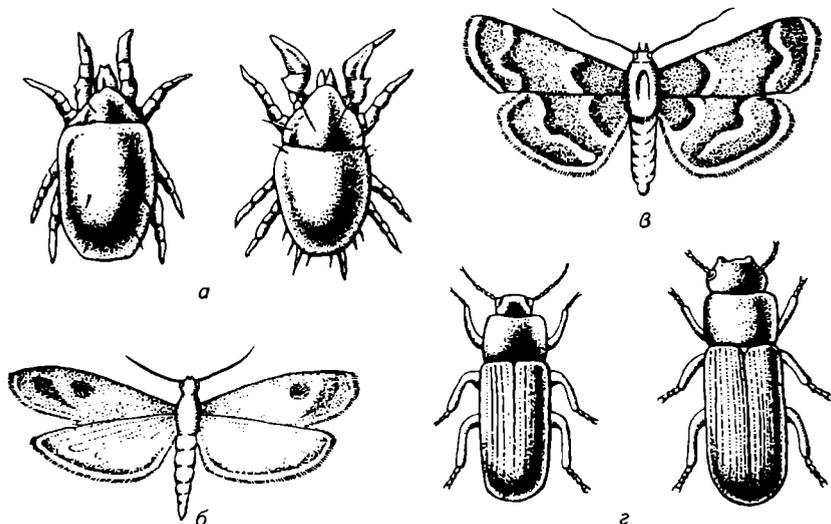


Рис. 13. Основные виды вредителей хлебных запасов:

а — клещ амбарный (увеличено в 250 раз); *б* — огневка мельничная (увеличено в 2 раза); *в* — огневка мучная (увеличено в 3 раза); *з* — хрущак мучной (увеличено в 20 раз)

При бестарном способе хранения муки на складах макаронных предприятий применяют металлические бункера (силосы) различных конструкций и размеров. В каждом силосе хранят муку одного сорта и при возможности одной партии. Вместимость склада любого типа должна обеспечивать семисуточный запас муки для работы предприятия.

При нормальных условиях хранения муки в связи с небольшим сроком ее пребывания на складе каких-либо заметных изменений в макаронных свойствах муки не происходит.

При неблагоприятных условиях хранения — повышении температуры муки до 30...35 °С, что возможно в жаркие дни, и ее влажности до 14...15 % и выше, при хранении муки в мешках в сырых складах ускоряются процессы дыхания муки и жизнедеятельности микроорганизмов. Поскольку процесс дыхания растительного сырья связан с выделением теплоты, температура муки еще больше повышается, происходит самосогревание муки. Мука приобретает при этом посторонний «солодовый» запах, происходит ее потемнение. Развитие же микроорганизмов может привести к плесневению муки, которое происходит при влажности муки 16 % и более. Все эти изменения могут сделать муку совершенно непригодной для пуска в производство.

Большой вред муке наносят вредители зернопродуктов — гры-

зуны (мыши, крысы) и различные насекомые, так называемые амбарные вредители, основные виды которых изображены на рис. 13. Эти вредители могут попасть в муку как при хранении, так и при ее перевозках.

Для предотвращения заражения муки вредителями необходимо соблюдать правила транспортирования и хранения: тщательно проверять зараженность поступающей муки, содержать складские помещения в чистоте, тщательно заделывать все щели в полу, потолке и стенах, устанавливать сетки на вентиляционных каналах и т. д.

ВОДА

На макаронных предприятиях воду используют для замеса макаронного теста, мойки матриц, обогрева или охлаждения прессующих устройств — цилиндров прессов, обогрева водяных калориферов сушилок, а также на санитарно-бытовые нужды. В табл. 16 приведены средние нормы расхода воды на технологические нужды макаронных предприятий.

Таблица 16

Средние нормы расхода воды на технологические нужды макаронных предприятий

Статья расхода воды	Норма расхода воды, л/ч	Температура воды, °С
Замес теста	270 л на 1 т изделий	50...60
Подогрев или охлаждение прессующего устройства производительностью, кг/ч:		60...80 (подогрев), менее 20 (охлаждение)
300...400	180	
400...500	250	
1000	350	
Для работы вакуумной установки	200	Менее 20
Для мойки матриц	600	50...60

На макаронном предприятии особое внимание следует уделять качеству воды, предназначенной для замеса теста. Для этого используют только питьевую воду, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 2874. Она должна быть прозрачной, бесцветной, без посторонних привкусов и запахов, не содержать органических примесей и взвешенных частиц. При возникновении предположения об ухудшении качества воды предприятие должно ставить в известность органы санитарного надзора Министерства здравоохранения, которые осуществляют контроль за качеством воды.

Кроме перечисленных органолептических показателей вода характеризуется общей жесткостью. Величина этого показателя зависит от содержания в воде солей кальция и магния и выража-

ется в миллиграмм-эквивалентах на 1 л (мг-экв.). 1 мг-экв. жесткости соответствует содержанию 20,04 мг Са или 21,16 мг Mg в 1 л воды.

По степени жесткости (мг-экв.) воду подразделяют на очень мягкую — менее 1,5, мягкую — 1,5...3,0, умеренно жесткую — 3,0...6,0, жесткую — 6,0...9,0, очень жесткую — более 9,0.

Жесткость воды не оказывает заметного влияния ни на ход технологического процесса, ни на качество макаронных изделий, поэтому для замеса теста можно использовать воду любой степени жесткости. Однако вода, поступающая на обогрев водяных калориферов, должна быть по возможности более мягкой. В противном случае на внутренних стенках труб калориферов образуется твердый осадок — накипь, которая снижает теплопроводность труб и может постепенно полностью закупорить их.

Для замеса макаронного теста применяют обычно теплую воду температурой 40...60 °С, которую получают смешиванием холодной водопроводной и горячей воды в нужном соотношении. Горячая вода может поступать централизованно (из городского водопровода), либо ее получают на фабрике, нагревая холодную воду в теплообменном аппарате — бойлере.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

В России небольшую часть макаронных изделий вырабатывают с использованием дополнительного сырья — добавок. Добавки подразделяют на обогатительные и вкусовые.

Обогатительные добавки повышают пищевую ценность изделий, часто изменяя также их цвет и вкус. В России в качестве обогатительных добавок чаще всего используют яйца и яичные продукты (яичный порошок, меланж), а также молочные продукты (сухое молоко, нежирный творог) и некоторые витамины.

Вкусовые добавки не повышают питательную ценность изделий, но придают им специфические вкус и цвет. К этим добавкам относят в первую очередь разнообразные овощные пасты, пюре и порошки.

ЯЙЦА И ЯИЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Яйца. Основные составные части яйца — белок, желток и скорлупа. Масса куриного яйца зависит от вида, породы и возраста птицы, от условий кормления и содержания ее и составляет 30...75 г. Средняя масса яйца 55 г, а средняя масса его составных частей (% от массы всего яйца) следующая: белок — 58,5, желток — 30, скорлупа — 11,5. Влажность яичной массы (белок и желток) 75 %.

Согласно ГОСТ 27583 яйца куриные пищевые подразделяются

на диетические и столовые. К диетическим относятся яйца, срок хранения которых не превышает 7 сут (не считая дня снесения), а к столовым — срок хранения которых не более 25 сут со дня сортировки (не считая дня снесения), а также хранившиеся в холодильниках не более 120 сут.

В зависимости от массы диетические и столовые яйца подразделяются на отборные (масса одного яйца не менее 65 г), первой категории (масса не менее 55 г) и второй категории (масса не менее 45 г).

К промышленной переработке кроме яиц, соответствующих указанным требованиям ГОСТ 27583, допускаются также мелкие яйца массой от 35 до 45 г, по остальным показателям отвечающие требованиям стандарта.

К техническому браку, т. е. к яйцам, непригодным для употребления, относят яйца со следующими пороками:

«красюк» — яйца, в которых желток полностью смешан с белком;

«кровяное кольцо» и «кровяное пятно» — порок, при котором при овоскопировании (просмотре яйца на свет лампы) на поверхности желтка видны кровеносные сосуды оплодотворенного зародыша в виде округлости разной формы;

«большое пятно» — наличие одного или нескольких неподвижных пятен под скорлупой общим размером более 1/8 поверхности скорлупы;

«тумак» — яйца с непрозрачным содержанием (кроме воздушной камеры), причиной которого является развитие плесени или бактерий;

«тек» — яйца, из которых полностью или частично вытекло содержимое;

«миражные» — яйца, изъятые из инкубатора как неоплодотворенные.

Яйца поступают на предприятия в ящиках из гофрированного картона или в полимерных ящиках вместимостью 360 шт. с использованием бугорчатых прокладок. Для местной реализации допускается упаковывать яйца в деревянные ящики по 360 шт. или полимерные по 240 шт.

Ящики с яйцами устанавливают на деревянных прокладках в штабеля по высоте не более 10 ящиков с промежутками между штабелями через каждые 4 ряда.

Яйца хранят при температуре не выше 20 °С, а в холодильниках — при температуре от 0 до минус 2 °С и относительной влажности воздуха 85...88 %.

Яичный порошок. Получают высушиванием яичной массы. Яичный порошок имеет светло-желтый или ярко-желтый цвет, однородный по всей массе, порошкообразную структуру с легко раздавливающимися комочками. Вкус и запах порошка должны

быть свойственны высушенному яйцу, без посторонних привкусов и запахов.

По физико-химическим показателям яичный порошок должен соответствовать требованиям ГОСТ 2858, указанным в табл. 17.

Таблица 17

Нормы качества яичного порошка

Показатель	Норма
Влажность, %:	
не более	8,5
не менее	4,0
Содержание, % на СВ:	
зола, не более	4,0
белка, не менее	45,0
жира, не менее	35,0
Растворимость, % на СВ, не менее	85,0
Кислотность, °Т, не более	10,0

На предприятия яичный порошок поступает упакованным в фанерные барабаны или бочки вместимостью 25 кг, а также в бумажные многослойные мешки с вкладышами из полиэтиленовой пленки массой нетто 12,5 кг или металлические банки массой нетто 1,5 и 4,5 кг.

Порошок хранят при температуре не более 20 °С и относительной влажности воздуха 65...75 % в течение 6 мес, при температуре не более 2 °С и относительной влажности воздуха 60...70 % — до двух лет со дня выработки.

Яичный меланж. Представляет собой освобожденную от скорлупы замороженную при температуре минус 18 °С смесь яичных белков и желтков в естественной пропорции.

Согласно требованиям ТУ 10.02.01.70 консистенция меланжа должна быть твердой в замороженном состоянии и жидкой, однородной после дефростирования (размораживания); цвет — темно-оранжевым в замороженном состоянии и от светло-желтого до светло-оранжевого после дефростирования; запах и вкус — свойственными данному продукту, без посторонних запахов и привкусов.

Иногда меланж изготавливают с небольшими добавками соли или сахара. В этих случаях вкус его должен быть солоноватым или сладковатым.

Допускается наличие в меланже градинок. Присутствие же осколков яичной скорлупы и других посторонних примесей не разрешается. Влажность меланжа должна быть не более 75 %, содержание жира — не менее 10 %, белка — не менее 10 %, кислотность — не более 15 °Т, температура в центре массы — не выше минус 5 °С.

Титр кишечной палочки в меланже должен быть не ниже 0,1 бактерии рода сальмонелла. При посеве 50 г яичных мороженых продуктов бактерии этого рода не должны обнаруживаться, что указывается в сертификате поставщика.

Меланж поступает на предприятия расфасованным в банки из белой жести по 5 или 10 кг, которые упаковывают в деревянные ящики. На поверхности банки должен быть бугорок, отсутствие которого свидетельствует о том, что меланж оттаивали. В этом случае необходимо обязательно проверить качество меланжа (внешний вид и кислотность).

Меланж хранят при температуре от минус 5 до минус 8 °С до 8 мес. После оттаивания меланж можно хранить не более 4 ч.

Желток яичный сухой. Имеет цвет от светло-желтого до желтого с оранжевым оттенком, однородный по всей массе, порошкообразную структуру с легко раздавливающимися комочками, вкус и запах — свойственные высушенному желтку.

В соответствии с ГОСТ 49.181—61 влажность сухого желтка должна быть не более 5 %, содержание белка — не менее 35 %, жира — не менее 50 %, золы — не более 4 %, растворимость — не более 40 %, кислотность — не более 35 °Т.

Сухой яичный желток упаковывают и хранят так же, как яичный порошок.

МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Сухое молоко. Представляет собой порошок, полученный высушиванием цельного или обезжиренного коровьего молока. Качество сухого цельного молока устанавливает ГОСТ 4495, а сухого обезжиренного — ГОСТ 10970. Вкус сухого молока должен быть свойствен пастеризованному молоку, цвет — белым или кремовым, влажность — от 4 до 5 % (в зависимости от вида упаковки), содержание жира (в сухом цельном молоке) — не менее 25 %, кислотность — не более 20...21 °Т.

На предприятия сухое молоко поступает упакованным в бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами, в фанерные бочки с такими же вкладышами, металлические банки или пакеты из алюминиевой фольги.

Сухое молоко в нераспакованной таре хранят при температуре 1...10 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 % не более 8 мес со дня выработки.

Творог. Получают свертыванием белков молока с последующим отделением их от сыворотки прессованием. Из обезжиренного молока получают нежирный творог, а из цельного — творог жирностью 18 %. В макаронном производстве используют нежирный и 9%-ной жирности творог. Средний химический состав нежирного творога (%): содержание жира 0,5...0,6; углеводов 1,2;

белка 16; минеральных веществ 1,2; органических кислот 1,2; воды 80.

По органолептическим и физико-химическим показателям качества нежирный творог согласно РСТ РСФСР 373 должен удовлетворять следующим требованиям. Вкус и запах кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция нежная, допускается неоднородная, рыхлая. Цвет белый, с кремовым или желтоватым оттенком. Влажность не более 80 %, кислотность не выше 240 °Т.

Творог хранят в металлических флягах или пропаренных бочках при температуре 2...6 °С и относительной влажности воздуха 80...85 % не более 36 ч. Замороженный творог следует хранить в холодильнике при температуре от минус 14 до минус 18 °С до 4 мес. При отсутствии холодильной установки творог можно хранить не более 12 ч.

Сухой молочный пищевой белок. Вырабатывают из обезжиренного молока после осаждения хлоридом кальция и диспергирования полученного полуфабриката влажного белка. В качестве диспергента используют обезжиренное молоко и пахту. После диспергирования белковую суспензию сушат на распылительной сушилке.

Согласно ТУ 49-173—81 сухой молочный пищевой белок должен удовлетворять следующим требованиям: вкус и запах чистый, свежий, молочный, слегка сладковатый, свойственный пастеризованному обезжиренному молоку и пахте; консистенция сухая, мелкораспыленный порошок; цвет белый, с легким кремовым оттенком. Влажность не более 10 %, кислотность не выше 70 °Т.

Сухой молочный пищевой белок упаковывают в многослойные бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами по 20...30 кг. Хранят в сухих, хорошо проветриваемых помещениях при температуре не более 10 °С и относительной влажности воздуха не выше 70 % до 6 мес. •

ВИТАМИНЫ

Витамины используют в макаронном производстве в качестве обогатительных добавок. Применяемые витамины должны отвечать двум основным требованиям: быть термоустойчивыми, т. е. не разлагаться в процессе варки макаронных изделий и не терять своей ценности, а также растворяться в воде, чтобы было удобно вносить их при замесе теста. Вследствие этого при производстве макаронных изделий можно использовать витамины В₁, В₂ и РР.

Витамин В₁ (тиамин). Представляет собой белый или белый с легким желтоватым оттенком порошок со слабым характерным запахом, легко растворимый в воде.

Витамин В₂ (рибофлавин). Представляет собой кристаллический порошок желто-оранжевого цвета со слабым специфическим

запахом и горьковатым вкусом. На свету обесцвечивается. Плохо растворим в воде, однако хорошо растворяется в тех дозах, которые используют при замесе макаронного теста.

Витамин РР (ниацин, никотиновая кислота). Представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, слабокислого вкуса. Достаточно хорошо растворяется в горячей воде.

На предприятиях витаминные следует хранить в сухом темном помещении в упакованном виде. Витамин В₁ необходимо хранить в стеклянной или пластмассовой таре, витамин В₂ — в банках оранжевого цвета.

Смесь витаминов В₁, В₂ и РР. Предназначена для витаминизации муки. Согласно ТУ 64-5-97—87 смесь витаминов представляет собой тонкодисперсный порошок светло-желтого цвета с белыми вкраплениями, влажностью не более 1 %. В 100 г смеси содержится (%): 14,3 тиамин, 14,3 рибофлавин и 71,4 никотиновой кислоты. Соотношение витаминов в смеси соответствует Нормам закладки витаминов в пищевые продукты (№ 1129—73), установленным Министерством здравоохранения.

ОВОЩНЫЕ ПРОДУКТЫ

Овощные продукты, добавляемые в тесто в виде пюре, паст, порошков или соков, относятся к вкусовым добавкам. Они придают макаронным изделиям своеобразные цвет и вкус.

Концентрированные томатные продукты. Представляют собой протертую и уваренную томатную массу. Концентрированные томатные продукты вырабатывают следующих видов: пюре, несоленая и соленая пасты.

В зависимости от показателей качества, которые регламентированы ГОСТ 3343, томатные пюре и пасты подразделяются на высший и I сорта, при этом паста с добавлением 8...10 % соли выпускается только I сорта.

По внешнему виду концентрированные томатные продукты должны представлять собой однородную тонкоизмельченную массу без остатков кожицы, семян и других грубых частиц плодов (в I сорте допускаются единичные включения семян или кожицы); вкус и запах — натуральными, свойственными уваренной томатной массе, без горечи, пригара и других посторонних привкусов и запахов (для томатной пасты с добавлением соли — соленый вкус); цвет — красным, красно-оранжевым или лимонно-красным, для I сорта допускается с бурым или коричневым оттенком.

Содержание сухих веществ должно быть (% по рефрактометру): в томатном пюре 12, 15, 20; в томатной пасте 25, 30, 35, 40; в томатной пасте соленой 27, 32, 37.

На макаронные предприятия концентрированные томатные продукты поступают упакованными в стеклянную или жестяную

тару, алюминиевые тубы, металлические или деревянные бочки. При упаковке в деревянные бочки применяют вкладыши из полиэтилена.

Обычно концентрированные томатопродукты хранят в сухих помещениях при температуре от 0 до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Однако томатная паста, упакованная в алюминиевые тубы, должна храниться при температуре от 0 до 5 °С, а томатная паста соленая, упакованная в бочки, — при температуре от 0 до 12 °С и относительной влажности воздуха до 80 %.

Замораживать и хранить томатные продукты в открытой таре не разрешается. Срок хранения томатной пасты в тубах 6 мес, в бочках 1 год.

Порошок из томатопродуктов. Согласно требованиям РТУ УССР 856-66 порошок после восстановления (смешивания с водой) должен обладать однородным по всей массе оранжево-красным цветом, приятными, свойственными исходному сырью вкусом и запахом. В сухом виде в порошке допускается наличие слежавшихся комочков, рассыпающихся при легком надавливании.

Влажность порошка должна быть не более 7,5 %; крупнота помола — следующей: проход через шелковое сито № 27 — не менее 95 %, сход с этого сита — не более 5 %.

Порошок из томатопродуктов поставляется расфасованным в банки из белой или черной лакированной жести. Его хранят при температуре не более 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 75 % до 3 лет.

Пюре из шпината, щавеля и их смеси. Готовят из протертых свежих молодых листьев шпината, щавеля или их смеси. В соответствии с ОСТ 10-78—87 пюре представляет собой однородную протертую массу зеленого или бурого цвета, одинакового по всей массе, со свойственными вареным листьям шпината и щавеля вкусом и запахом.

По физико-химическим показателям пюре должно соответствовать нормам, указанным в табл. 18.

Таблица 18

Физико-химические показатели овощных пюре и соков

Показатель	Норма		
	для пюре из шпината и щавеля	для морковного сока	для свеклольного сока
Содержание, %:			
сухих веществ, не менее	6,0	8,0	10,0
минеральных примесей, не более	0,05	—	—

Показатель	Норма		
	для пюре из шпината и шавеля	для морковного сока	для свекольного сока
тяжелых металлов, не более:			
олова	0,020	0,10	0,10
меди	0,0005	0,005	0,005
свинца	0,0001	Не допускается	
Активная кислотность (рН), ед., не более	4,1	5,0	4,4

Пюре из шпината и шавеля поступают на предприятия в консервированном виде в металлических ламинированных банках вместимостью 1 или 3 л. Срок хранения пюре в закрытых банках не более 1 года со дня выработки.

Натуральные морковный и свекольный соки с мякотью. Представляют собой однородную массу с равномерно распределенной мякотью. Допускается незначительное расслаивание сока и мякоти.

В соответствии с ТУ 10.03.809—89 вкус, запах и цвет соков должны быть натуральными, хорошо выраженными, свойственными данному виду овощей.

Соки фасуют в металлические ламинированные банки вместимостью не более 0,65 л. Банки хранят на предприятиях в чистых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от 0 до 25 °С без резких колебаний температуры и при относительной влажности воздуха не более 75 %. Срок хранения свекольного сока 1 год, морковного — 2 года.

НЕТРАДИЦИОННОЕ СЫРЬЕ

К нетрадиционному сырью макаронного производства относят главным образом продукты переработки зерна и семян различных растительных культур (кроме пшеницы), плодов клубневых культур, а также побочные продукты их переработки.

Среди всего многообразия этого сырья интерес представляют в первую очередь мука тритикале, мука и крахмал бесклеяковинных крахмалсодержащих зерновых, бобовых и клубневых культур. Химический состав этих культур приведен в табл. 19. Остановимся на основных их особенностях и различиях.

Тритикале — зерновой гибрид, селекционированный путем искусственного скрещивания пшеницы и ржи. В тритикале сочетаются положительные свойства обеих культур: высокие урожайность, зимостойкость и пищевая ценность, характерные для ржи,

Средний химический состав основных видов исходного нетрадиционного сырья макаронного производства (на 100 г продукта)

Культура	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Клетчатка	Зола
	в граммах					
Тритикале	14,0	12,8	2,1	54,5	2,6	1,7
Овес	13,5	10,0	6,2	37,6	10,7	3,2
Ячмень	14,0	10,3	2,4	49,4	4,3	2,4
Рис	14,0	7,5	2,6	56,1	9,0	3,9
Сорго	13,5	10,6	4,1	59,6	3,5	2,2
Кукуруза	14,0	10,3	4,9	58,5	2,1	1,2
Горох	14,0	20,5	2,0	48,6	5,7	2,8
Соя	12,0	34,9	17,3	11,2	4,3	5,0
Картофель	76,0	2,0	0,4	16,3	1,0	1,1

Продолжение

Культура	Минеральные вещества						Витамины		
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B ₁	B ₂	PP
	в миллиграммах								
Тритикале	5	368	55	120	396	5,0	Нет данных		
Овес	37	421	117	135	361	5,5	0,48	0,13	1,50
Ячмень	32	453	93	150	353	7,4	0,33	0,13	4,48
Рис	30	314	40	116	328	2,1	0,34	0,08	3,82
Сорго	28	246	99	127	298	4,4	0,46	0,16	3,30
Кукуруза	27	340	34	104	301	3,7	0,38	0,14	2,10
Горох	33	873	115	107	329	6,8	0,81	0,15	2,20
Соя	6	1607	348	226	603	15,0	0,94	0,22	2,20
Картофель	28	568	10	23	58	0,9	0,12	0,07	1,30

а также способность белков формировать клейковину с относительно низкой степенью их потемнения в процессе приготовления пищевых продуктов, что является особенностью пшеницы. За последние годы учеными России селекционирован и районирован ряд новых высокопродуктивных сортов тритикале (Многозерный 3, Амфидиплоид 206 и др.) с высокими показателями урожайности, устойчивости к различным климатическим условиям выращивания, пищевой и биологической ценности.

Овес, ячмень, рис, сорго, кукуруза относятся к группе зерновых злаков. Кроме отличий в химическом составе зерна этих культур, а следовательно, продуктов помола необходимо отметить различия в строении и свойствах основного их компонента — крахмала: он отличается по соотношению амилозы и амилопектина, по температуре клейстеризации и размеру гранул.

Горох и соя относятся к бобовым культурам, отличительной особенностью которых является высокое содержание белков. При этом надо отметить высокую ценность белков сои, которые по аминокислотному составу (в том числе по содержанию незаменимых аминокислот) приближаются к составу животных белков.

Картофельный крахмал отличается от крахмала других растений большими размерами его зерен. Вследствие этого они в значительной степени подвержены деструкции при прессовании в шнековом цилиндре пресса.

Все перечисленные культуры могут быть использованы в макаронном производстве в виде муки и других продуктов их переработки: крахмала (в первую очередь кукурузного и картофельного), соевого шрота и белка и т. д.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое значение имеет тип пшеницы при производстве макаронных изделий?
2. Каково анатомическое строение зерна пшеницы?
3. Какие требования предъявляются к качеству зерна пшеницы?
4. Какие существуют виды помолов зерна пшеницы?
5. Каковы отличительные свойства макаронной муки?
6. Каковы основные особенности зерновой массы как объекта хранения и переработки?
7. Какие требования предъявляются к качеству воды при замесе макаронного теста?
8. Какие обогатительные добавки повышают пищевую ценность макаронных изделий?

Глава 4

ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ К ПРОИЗВОДСТВУ



ПОДГОТОВКА МУКИ

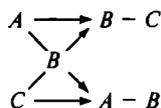
Подготовка муки к производству заключается в смешивании, просеивании, магнитной очистке и взвешивании.

Смешивание муки. Различные партии муки одного и того же сорта смешивают в определенном соотношении для улучшения какого-либо показателя качества одной партии за счет другой, у которой этот показатель выше. Рецептуру смешивания составляет лаборатория на основании анализов муки. За основу принимают цвет муки, содержание золы или содержание клейковины.

Расчет проводят по методу среднего арифметического. Пусть A и C — величины какого-либо показателя двух имеющихся партий муки, причем $A > C$. Требуется получить смесь со значением данного показателя B , при этом $A > B > C$.

В этом случае на 1 кг муки партии A требуется x кг муки партии C : $x = (A - B)/(B - C)$.

Для расчета можно воспользоваться также методом диагоналей: в левых углах квадрата ставят значения показателей исходных партий (A и C), в центре — заданное значение показателя смеси (B); в правых углах после соответствующих вычитаний указывают количества муки исходных партий:



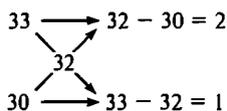
При тарном способе хранения смешивание муки осуществляют поочередной (в рассчитанном соотношении) засыпкой в приемную воронку муки из мешков разных партий; при бестарном способе хранения — с помощью питателей, подающих муку из силосов в производство: питатели регулируют так, чтобы подача муки в сборный мукопровод осуществлялась в нужном соотношении. Из мукопровода мука поступает к просеивателю.

Пример. На фабрику поступили две партии муки, содержание сырой клейковины в первой партии 33 %, во второй — 30 %. Требуется произвести смешивание муки таким образом, чтобы содержание сырой клейковины в смеси составило 32 %.

В соответствии с приведенной выше формулой на каждый килограмм первой партии потребуется x кг муки второй партии:

$$x = (33 - 32)/(32 - 30) = 0,5 \text{ кг.}$$

Используя метод диагоналей, получим



Таким образом, составляемая смесь должна содержать муки первой партии в 2 раза больше, чем муки второй партии.

При хранении муки в мешках в приемную воронку надо засыпать на каждые два мешка муки первой партии один мешок второй партии. При бестарном хранении муки питатели под силосами, в которых находится мука первой партии, должны подавать в 2 раза больше муки в сборный мукопровод, чем питатели под силосами, в которых находится мука второй партии.

Часто приходится решать другую задачу: какова будет величина показателя смеси двух партий муки массами M_A и M_C . В этом случае можно воспользоваться формулой

$$B = (AM_A + CM_C)/(M_A + M_C).$$

Пример. Имеются две партии полукрупки твердой пшеницы: первая массой 48 т с содержанием золы 0,85 %, вторая массой 40 т с содержанием золы 1,1 %. Необходимо определить содержание золы B в смеси двух партий муки. Воспользовавшись последней формулой, получим

$$B = (48 \cdot 0,85 + 40 \cdot 1,1)/(48 + 40) = 0,96 \text{ \%}.$$

Просеивание муки. Проводят для отделения случайной примеси (ворсинки, частицы мешковины, слежавшиеся комочки муки), отличающейся от частиц муки большими размерами. Для просеивания обычно применяют бураты, просеиватель «Пионер», центробежные сита, рассевы, снабженные металлическими ситами с отверстиями размером от 1,0 до 1,6 мм.

Магнитная очистка муки. Очистку муки проводят для отделения от муки металломагнитных примесей, которые могут попасть в результате трения частей транспортных механизмов, просеивателей и т. п. Очистку осуществляют при помощи постоянных магнитов, которые располагают на пути движения муки обычно в двух точках: после просеивания и непосредственно перед дозатором муки макаронного прессы. Мука в поле магнитов должна двигаться слоем толщиной не более 6...8 мм, со скоростью не более 0,5 м/с. Через каждые 4 ч работы магниты рекомендуются очищать.

Взвешивание муки. Необходимо для учета количества, передаваемого со склада муки в производство. Чаще всего для этой цели применяют порционные автоматические весы, когда мука поступает к прессам через промежуточные бункера. При тарном хранении муку учитывают по количеству мешков, засыпаемых в приемную воронку. При бестарном хранении целесообразно использовать тензометрический способ взвешивания, когда масса муки в силосах фиксируется непосредственно на пульте управления склада бестарного хранения муки.

ПОДГОТОВКА ДОБАВОК

Яйца. Для предотвращения попадания бактерий, находящихся в большинстве случаев на поверхности скорлупы, яйца перед употреблением дезинфицируют, а потом промывают водой. Для этой цели применяют устройство, состоящее из бака, разделенного перегородкой на два отделения, и переносного ящика из

сетки. В первое отделение бака наливают 2%-ный раствор хлорной извести, во второе — 20%-ный раствор питьевой соды. Яйца, помещенные в сетчатый ящик, погружают последовательно в первое и второе отделения на 5...10 мин, после чего промывают под краном холодной водой в течение 3...5 мин.

После дезинфекции и промывки яйца разбивают по 3...5 шт. в отдельную посуду, определяют по запаху пригодность к употреблению, перемешивают и переливают в общую посуду через сито с ячейками размером не более 3 мм. При разбивании яиц в скорлупе остается 3...4 % яичной массы, поэтому для ее стекания скорлупу оставляют на некоторое время в ящике с сетчатым дном.

Учитывая сложность и трудоемкость процесса подготовки яиц к внесению в макаронное тесто, более целесообразно использовать яичные обогатители в виде меланжа и яичного порошка.

Меланж. Перед употреблением меланж размораживают, помещая закрытые банки в ванну с теплой водой (температура около 45 °С) на 3...4 ч. Перед вскрытием банки тщательно промывают. Затем меланж процеживают через сито с отверстиями не более 3 мм. Для лучшего процеживания его можно разбавлять водой в соотношении 1:1. Размороженный меланж должен быть использован в течение 3...4 ч.

Яичный порошок и сухое молоко. Смешивают примерно с равным количеством воды температурой 40...45 °С до сметанообразной консистенции. Затем смесь выливают в бак установки для подготовки добавок, куда предварительно выливают оставшееся количество воды (той же температуры), рассчитанное по рецептуре замеса теста. Полученную эмульсию тщательно перемешивают до и во время ее подачи к дозатору воды макаронного пресса.

Творог. Перед пуском в производство тщательно протирают через сито с размером ячеек не более 2 мм, а затем готовят так же, как яичный порошок и сухое молоко.

Концентрированные томатные продукты. Перед вскрытием банки с продуктом тщательно протирают или моют. Томатные продукты растворяют в теплой воде (температура воды 55...65 °С), рассчитанной по рецептуре.

Порошок из томатпродуктов. Готовят так же, как яичный порошок и сухое молоко, однако используют более теплую воду — температурой 55...65 °С.

Витамины. Упаковку с витаминами вскрывают только перед составлением витаминной смеси или непосредственно перед внесением витаминов в тесто. Витамины В₁, В₂ и РР термоустойчивы и в используемых количествах хорошо растворяются в воде, поэтому их можно растворять в воде любой температуры непосредственно в баках для подготовки добавок. Внесение их в виде порошка непосредственно в корыто тестосмесителя пресса

нежелательно, так как малые дозы трудно распределить равномерно по всей массе макаронного теста.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды и сорта пшеничной муки используют для производства макаронных изделий?
2. Чем отличается химический состав пшеничной муки от химического состава исходного зерна?
3. Каковы основные показатели качества муки для макаронных изделий и их нормы?
4. Как влияют основные показатели макаронных свойств муки на качество макаронных изделий?
5. Каковы основные отличия макаронных свойств продуктов помола твердой пшеницы от продуктов помола мягкой пшеницы?
6. Каково значение клейковины в макаронном производстве?
7. Какие условия хранения муки необходимо создавать на складах предприятий?
8. В чем заключаются основные причины порчи муки при хранении?
9. Какие добавки используют в макаронном производстве?
10. Каковы основные показатели качества яичных, молочных, овощных добавок, используемых в макаронном производстве, условия и сроки их хранения?
11. Каким условиям должны отвечать витамины, используемые в макаронном производстве?
12. Какие виды нетрадиционного сырья используют для производства макаронных изделий?
13. В чем заключается подготовка муки к производству макаронных изделий?
14. В чем заключается подготовка добавок к производству?

Глава 5

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ПРЕССОВАНИЕ МАКАРОННОГО ТЕСТА



Макаронное тесто по своему составу является самым простым из всех видов теста (хлебного, бисквитного и т. п.), употребляемого для производства мучных изделий. Главными и в большинстве случаев единственными его компонентами являются мука и вода. Внесение же в тесто добавок, по крайней мере в обычно принятых малых количествах, мало влияет на его свойства и характеристики.

При замесе макаронного теста добавляют гораздо меньше воды, чем при замесе, например, хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные компоненты муки — крахмал и белок. Поэтому макаронное тесто после вымешивания, условно называемого замесом, представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошек, а не связанное пластичное тесто, что обычно подразумевают под этим названием. Уплотненное вязкопластичное тесто

получается из этой сыпучей массы после дальнейшей доработки — прессования его под большим давлением в шнековой камере макаронного пресса.

РЕЦЕПТУРА И ТИПЫ ЗАМЕСОВ ТЕСТА

Рецептура макаронного теста зависит от качества муки, вида вырабатываемых макаронных изделий, способа их сушки и некоторых других факторов.

В рецептуре указывают количество и температуру муки и воды, влажность и температуру теста, а при выработке изделий с добавками — дозировку добавок. Обычно количество воды и добавок указывают в расчете на 100 кг муки.

Составление и расчет рецептуры ведут в следующей последовательности.

1. Задают влажность теста. В зависимости от влажности различают три типа замеса:

- твердый — влажность теста 28...29 %;
- средний — влажность теста 29,1...31 %;
- мягкий — влажность теста 31,1...32,5 %.

В зависимости от ряда факторов выбирают тот или иной тип замеса:

при использовании муки с низким содержанием клейковины желательно применять мягкий замес, а при липкой, тянущейся клейковине — твердый;

при производстве короткорезанных изделий и макарон, высушиваемых в лотковых кассетах, для предотвращения слипания изделий во время сушки используют твердый или средний замес;

при производстве длинных изделий с подвесной сушкой для придания сырым изделиям большей пластичности применяют средний или мягкий замес, причем при использовании полукрупки или хлебопекарной муки влажность теста должна быть на 1...2 % выше, чем при использовании крупки;

при использовании матриц с тефлоновыми вставками влажность теста может быть несколько меньше, чем при работе с матрицами без вставок.

Ниже более подробно мы рассмотрим влияние влажности теста на процессы его замеса и формования. Здесь лишь отметим, что чем больше влаги в тесте, тем более равномерно увлажняются все частицы муки, тем более пластичное тесто и, следовательно, легче поддается формованию. Однако менее влажное тесто имеет крошковатую структуру без крупных комков, хорошо заполняет межвитковое пространство шнековой камеры, дает сырые изделия, хорошо сохраняющие форму, немнущиеся и неслипающиеся.

2. По заданной влажности теста и известной влажности муки

(по данным лабораторных анализов) рассчитывают необходимое количество воды (л) для замеса

$$B = M(W_T - W_M)/(100 - W_T),$$

где M — дозировка муки, кг; W_T и W_M — влажность соответственно теста и муки, %.

Для быстрого определения количества воды для замеса теста на 100 кг муки можно воспользоваться данными табл. 20.

Таблица 20

Расход воды (л) для замеса теста из 100 кг муки

Влажность муки, %	Влажность теста, %								
	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0
10,5	26,0	27,0	27,9	28,8	29,7	30,6	31,6	32,6	33,6
10,6	25,9	26,8	27,7	28,6	29,6	30,5	31,5	32,4	33,4
10,7	25,8	26,7	27,6	28,5	29,4	30,4	31,3	32,3	33,3
10,8	25,6	26,5	27,4	28,3	29,3	30,2	31,2	32,1	33,1
10,9	25,5	26,4	27,3	28,2	29,1	30,1	31,0	32,0	33,0
11,0	25,4	26,2	27,1	28,1	29,0	29,9	30,9	31,8	32,8
11,1	25,2	26,1	27,0	27,9	28,8	29,8	30,7	31,7	32,7
11,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,7	29,6	30,6	31,6	32,5
11,3	24,9	25,8	26,7	27,6	28,6	29,5	30,4	31,4	32,4
11,4	24,8	25,7	26,6	27,5	28,4	29,3	30,3	31,3	32,2
11,5	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,2	30,2	31,1	32,1
11,6	24,5	25,4	26,3	27,2	28,1	29,0	30,0	31,0	32,0
11,7	24,4	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,8	31,8
11,8	24,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,8	29,7	30,7	31,6
11,9	24,1	25,0	25,8	26,8	27,7	28,6	29,7	30,5	31,5
12,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,5	28,5	29,4	30,4	31,3
12,1	23,8	24,7	25,6	26,5	27,4	28,3	29,3	30,2	31,2
12,2	23,7	24,5	25,4	26,3	27,2	28,2	29,1	30,1	31,0
12,3	23,5	24,4	25,3	26,2	27,1	28,0	29,0	29,9	30,9
12,4	23,4	24,2	25,1	26,0	27,0	27,9	28,8	29,8	30,8
12,5	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,7	28,7	29,6	30,6
12,6	23,1	24,0	24,9	25,7	26,7	27,6	28,5	29,4	30,5
12,7	23,0	23,8	24,7	25,6	26,5	27,4	28,4	29,3	30,3
12,8	22,8	23,7	24,6	25,4	26,4	27,3	28,2	29,2	30,2
12,9	22,7	23,5	24,4	25,3	26,2	27,2	28,1	29,0	30,0
13,0	22,5	23,4	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
13,1	22,4	23,3	24,1	25,0	25,9	26,9	27,8	28,7	29,7
13,2	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,6	28,6	29,6
13,3	22,1	23,0	23,8	24,7	25,6	26,6	27,5	28,4	29,4
13,4	22,0	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,3	29,3
13,5	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,2	28,1	29,1
13,6	21,7	22,6	23,4	24,3	25,2	26,1	27,1	28,0	29,0
13,7	21,5	22,4	23,3	24,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,8
13,8	21,4	22,3	23,1	24,0	24,9	25,8	26,8	27,7	28,7
13,9	21,3	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,6	28,5

Влажность муки, %	Влажность теста, %								
	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0
14,0	21,1	22,0	22,9	23,7	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4
14,1	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,2
14,2	20,8	21,7	22,6	23,4	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1
14,3	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,0	27,0	27,9
14,4	20,6	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,8
14,5	20,4	21,3	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,7	27,6
14,6	20,3	21,1	22,0	23,9	23,8	24,7	25,6	26,5	27,5
14,7	20,1	21,0	21,9	22,7	23,6	24,5	25,4	26,4	27,3
14,8	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,3	26,2	27,2
14,9	19,9	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,1	27,0
15,0	19,7	20,6	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,9
15,1	19,6	20,4	21,3	22,2	23,0	23,9	24,8	25,8	26,7
15,2	19,4	20,3	21,1	22,0	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6
15,3	19,3	20,1	21,0	21,9	22,8	23,6	24,6	25,5	26,4
15,4	19,2	20,0	20,9	21,7	22,6	23,5	24,4	25,3	26,3
15,5	19,0	19,9	20,7	21,6	22,5	23,4	24,3	25,2	26,1

3. Задают температуру теста, исходя из того предположения, что после замеса (на входе в шнековую камеру) она должна быть примерно равна 40 °С. Такая температура обусловлена тем, что при традиционных режимах замеса и формования макаронного теста температура его перед матрицей должна быть не более 50 °С, а при прессовании в шнековой камере происходит разогрев теста в среднем на 10 °С.

4. По данной температуре теста (после замеса) и измеренной температуре муки определяют температуру воды (°С) для замеса

$$t_B = (T_{тст} - M_{тсм}) / (Bc_B),$$

где T — масса теста, кг ($T = M + B$); t_t — температура теста, °С; c_t — удельная теплоемкость теста, Дж/(кг·К) (зависит от влажности теста и определяется по табл. 21); t_m — температура муки, °С; c_m — удельная теплоемкость муки, Дж/(кг·К) (зависит от влажности муки и определяется по табл. 22); c_B — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К) [$c_B = 4187$ Дж/(кг·К)].

Таблица 21

Удельная теплоемкость макаронного теста в зависимости от влажности теста

Влажность, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Влажность, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)
28,0	2365	30,5	2428
28,5	2378	31,0	2440
29,0	2390	31,5	2453
29,5	2403	32,0	2466
30,0	2415	32,5	2478

Удельная теплоемкость муки в зависимости от влажности муки

Влажность, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Влажность, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)
10,0	1915	12,5	1980
10,5	1925	13,0	1990
11,0	1940	13,5	2000
11,5	1955	14,0	2015
12,0	1960	14,5	2025

В зависимости от температуры воды, поступающей на замес макаронного теста, различают три типа замеса:

горячий — при температуре воды 75...85 °С;

теплый — при температуре воды 50...65 °С;

холодный — при температуре воды ниже 30 °С.

На практике наиболее часто используют теплый замес.

При изготовлении макаронных изделий с обогатительными и вкусовыми добавками в рецептуре замеса теста указывается также дозировка добавок. В табл. 23 приведены нормы расхода добавок, используемых при промышленном производстве макаронных изделий. При этом в зависимости от наличия на фабрике тех или иных видов добавок можно вырабатывать изделия по одному из трех вариантов.

Ассортимент макаронных изделий с добавками может быть расширен за счет использования новых видов добавок, повышающих питательную ценность или вкусовые качества изделий, дающих определенный технологический или экономический эффект, не ослабляющих в значительной степени структуру изделий и допущенных Министерством здравоохранения для использования в пищевой промышленности.

Таблица 23

Норма расхода добавок на 100 кг муки влажностью 14,5 %

Изделия и добавки	Варианты		
	I	II	III
<i>Яичные</i>			
Яйцо куриное, шт.	250	—	—
Меланж, кг	—	10	—
Порошок яичный, кг	—	—	2,75
<i>С увеличенным содержанием яичных обогатителей</i>			
Яйцо куриное, шт.	380	—	—
Меланж, кг	—	15,2	—
Порошок яичный, кг	—	—	4,18

Изделия и добавки	Варианты		
	I	II	III
<i>С овощными добавками</i>			
Паста томатная, кг	10	—	—
Порошок из тоματοпродуктов, кг	—	3,25	—
Пюре из шпината (шавеля), кг	27	—	—
Сок морковный (свекольный), кг	28	—	—
<i>Молочные</i>			
Молоко сухое цельное, кг	8	—	—
Молоко сухое обезжиренное, кг	—	8	—
Творог нежирный, кг	—	—	24
<i>Витаминизированные</i>			
Витамин В ₁ , г	4	—	—
Витамин В ₂ , г	—	4	—
Витамин РР, г	—	—	20
Смесь витаминов В ₁ , В ₂ , РР для витаминизации муки	4,2	—	—
<i>«Детское питание»</i>			
Яйцо куриное, шт.	380	—	—
Меланж, кг	—	15,2	—
Порошок яичный, кг	—	—	4,18
Молоко сухое цельное, кг	3,5	3,5	3,5
<i>«Школьные»</i>			
Яйцо куриное, шт.	364	—	—
Меланж, кг	—	14,6	—
Порошок яичный, кг	—	—	4,0
Молоко сухое цельное, кг	3,0	3,0	3,0
<i>«Артек»</i>			
Яйцо куриное, шт.	380	—	—
Меланж, кг	—	15,2	—
Порошок яичный, кг	—	—	4,18
Творог нежирный, кг	12,0	12,0	12,0

Нормы расхода витаминов, приведенные в табл. 23, определены, исходя из суточной потребности в них организма человека. Однако при использовании витамина В₂ в указанном количестве получают макаронные изделия непривлекательного лимонно-зеленоватого цвета. Поэтому витамин В₂ целесообразно вносить только при изготовлении изделий из хлебопекарной муки (не витаминизированной на мукомольном заводе) или из продуктов помола мягкой стекловидной пшеницы и в меньшем количестве, а именно 1...2 г на 100 кг муки. В этом случае макаронные изделия имеют цвет, схожий с цветом изделий из продуктов помола твердой пшеницы.

В табл. 23 дозировка добавок указана с учетом влажности муки 14,5 %. При другой влажности муки необходимо произвести перерасчет количества добавок (на 100 кг муки), воспользовавшись формулой

$$D = D_n(100 - W_M)/(100 - 14,5) = D_n(100 - W_M)/85,5,$$

где D — дозировка добавок на 100 кг муки, кг (шт. или г); D_n — дозировка добавок на 100 кг муки влажностью 14,5 %, кг (шт. или г), которую берут из табл. 23; W_M — влажность муки, % (по данным лабораторных анализов).

Поскольку влажность добавок в подавляющем числе случаев отличается от влажности муки, расчет количества воды для замеса теста с внесением добавок надо проводить с учетом их влажности; если влажность добавок больше, чем влажность муки, следует соответственно меньше добавлять воды при замесе теста, и наоборот. В этом случае количество воды (l) рассчитывают по формуле

$$B = [M(W_T - W_M) + D(W_T - W_D)]/(100 - W_T),$$

где M — дозировка муки, кг; W_T , W_M и W_D — влажность соответственно теста, муки и добавок, % (влажность куриных яиц принимают 75 %, всех остальных добавок — по данным лабораторных анализов); D — дозировка добавок, кг.

В заключение рассчитывают дозировку добавок (кг, шт. или г) на одну закладку в бак установки для подготовки добавок

$$D_3 = V D / B,$$

где V — количество воды, заливаемой в бак установки для подготовки добавок, л.

При необходимости в рецептуре может быть предусмотрено использование отходов для вторичной переработки. Способы подготовки отходов мы рассмотрим в главе 9.

ДОЗИРОВАНИЕ И СМЕШИВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ ТЕСТА

Смешивание ингредиентов, условно называемое замесом макаронного теста, осуществляется в тестосмесителях непрерывного действия, входящих в состав промышленных прессов. Муку и воду подают в тестосмеситель при помощи дозаторов непрерывного действия.

Перед началом замеса проводят контроль работы дозаторов. Для этого собирают в течение 2...5 мин муку и воду, подаваемые дозаторами в корыто тестосмесителя, и определяют их массу. После этого при необходимости проводят регулировку дозаторов.

П р и м е р. В соответствии с рецептурой замеса теста на каждые 100 кг муки в тестосмеситель должно подаваться 29,4 л воды.

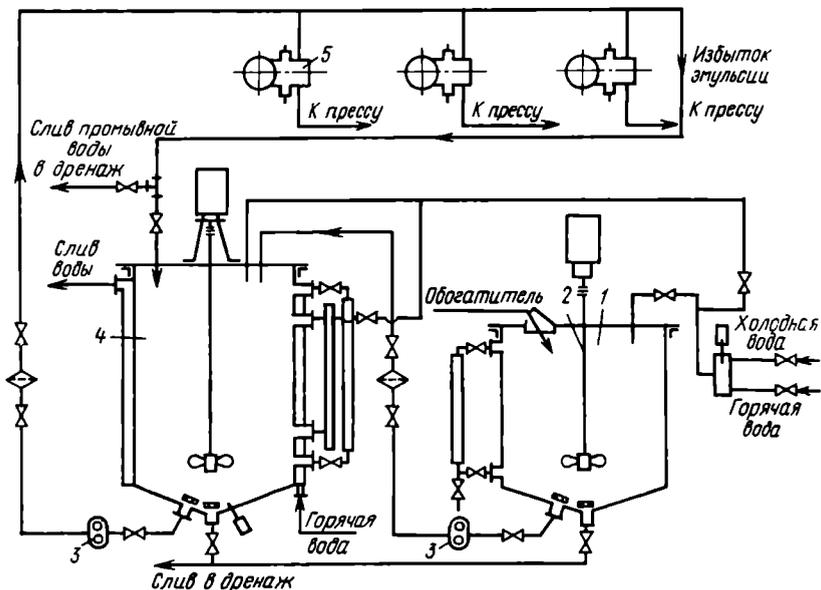


Рис. 14. Технологическая схема установки Б6-ЛОА для приготовления и дозирования добавок

Контроль работы дозаторов муки и воды показал, что на каждые 9,62 кг муки в тестосмеситель подается 3,01 л воды. Таким образом, на каждые 100 кг муки будет подаваться $(3,01 \cdot 100) / 9,62 = 31,3$ л воды, т. е. на $31,3 - 29,4 = 1,9$ л воды больше, чем предусмотрено рецептурой. Следовательно, работу дозатора воды необходимо подрегулировать на уменьшение подачи.

При изготовлении макаронных изделий с добавками их подают в корыто тестосмесителя через дозатор воды после предварительного растворения в воде или приготовления водной эмульсии. Для этих целей на фабриках обычно используют установку для подготовки добавок Б6-ЛОА, технологическая схема которой приведена на рис. 14.

Все предусмотренные рецептурой добавки поступают в бак-смеситель 1 через загрузочное отверстие, после чего в бак через трубопровод подают воду температурой не выше 45 °С до отметки 200 л и включают пропеллерную мешалку 2. Через 5 мин мешалку отключают и доливают бак-смеситель водой до 500 л. Вновь включают мешалку и после 12 мин интенсивного перемешивания жидкость из бака-смесителя перекачивают насосом 3 в бак-сборник 4. Из последнего раствор или водная эмульсия добавок перекачиваются насосом в коллектор к дозировочным на-

сосам 5, которые установлены над тестосмесителями каждого пресса. Давление в рабочих трубопроводах поддерживается на уровне 500 кПа и регулируется вентилем, установленным над баком-сборником.

Весь узел подготовки добавок следует содержать в надлежащих санитарных условиях, особенно при использовании яичных обогатителей, которые служат благоприятной средой для развития микроорганизмов, в том числе патогенных типа сальмонелл. В этом случае чистку и промывку установки надо проводить в конце каждой смены. Для этого бак-смеситель заполняют чистой водой до отметки 500 л и включают мешалку. Затем перекачивают воду в бак-сборник и включают его мешалку. После этого из бака-сборника воду прогоняют через всю магистраль трубопроводов. Отработавшую воду сливают в канализацию, а установку ополаскивают чистой водой.

После регулирования дозаторов муки и воды включают тестосмеситель. При этом для хорошего промеса первых порций теста задвижка выходного отверстия первого корыта должна быть закрыта до тех пор, пока корыто тестосмесителя не заполнится тестом на $1/2$ — $1/3$ объема. После этого открывают задвижку, и тесто поступает либо в следующее корыто (в многокорытных тестосмесителях), где оно вновь перемешивается, либо в шнековую камеру (в однокорытных прессах).

В процессе замеса теста происходит постепенное набухание крахмальных зерен и белковых веществ муки, а также равномерное распределение влаги по всей массе теста.

В первые минуты соприкосновения муки и воды основная масса воды поглощается крахмалом. При дальнейшем перемешивании идет постепенное «оттягивание» части влаги белковыми веществами муки, которые связывают ее не только адсорбционно, но и осмотически. Именно осмотическое связывание воды приводит к набуханию белков. Однако в связи с дефицитом влаги полного формирования клейковины частично увлажненными белками не происходит. Поэтому макаронное тесто даже после длительного смешивания ингредиентов представляет собой сыпучую массу отдельных комков и крошек. Клеящие, связующие свойства частично сформированной при замесе теста клейковины проявляются лишь при дальнейшей обработке теста — при его уплотнении в шнековой камере пресса.

При замесе теста из крупитчатой муки требуется более продолжительное вымешивание, чем при замесе теста из порошкообразной муки, поскольку проникновение влаги внутрь плотных крупинок происходит значительно медленнее, чем внутрь мелких частиц. Вследствие этого продолжительность замеса при изготовлении изделий из крупки должна быть около 20 мин. Такая продолжительность обеспечивается в многокорытных тестосмесителях (прессы серии ЛПШ, фирм «Брайбанти», «Паван»,

«Бюлер»). В однокорытных прессах ЛПЛ-2М продолжительность замеса составляет 8...9 мин, поэтому влага не успевает равномерно распределиться по всей массе теста, приготовленного из крупки, и изделия имеют на поверхности следы непромеса — неувлажненные крупинки светлого цвета, ухудшающие внешний вид продукта. Поэтому при работе на однокорытных прессах целесообразнее использовать в качестве мучного сырья полу-крупку и хлебопекарную муку.

Возможные дефекты макаронного теста связаны главным образом с недостаточной либо чрезмерной влажностью теста: в первом случае тесто имеет крошковатую структуру с множеством неувлажненных крупинок, во втором — крупнокомковатую структуру, вследствие чего плохо проходит в выходное отверстие корыта, налипает на его вал.

УПЛОТНЕНИЕ И ФОРМОВАНИЕ ТЕСТА

На современных макаронных предприятиях уплотнение макаронного теста и формование из него сырых изделий осуществляются на шнековых прессах. В состав промышленных макаронных прессов кроме прессующего устройства входят дозаторы муки и воды и тестосмесители.

Шнековые макаронные прессы классифицируют по числу корыт тестосмесителя (одно-, двух-, трех- и четырехкорытные), по числу прессующих устройств или прессующих шнеков (одно-, двух- и четырехшнековые), по форме матрицы (круглая или прямоугольная).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ШНЕКОВОГО МАКАРОННОГО ПРЕССА И ПРАВИЛА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прежде чем приступить к изучению процесса прессования макаронного теста, рассмотрим технологическую схему наиболее простого и распространенного на макаронных предприятиях однокорытного одношнекового макаронного пресса с круглой матрицей (рис. 15).

Технологические узлы пресса: дозаторы 1 и 2 муки и воды, тестосмеситель, состоящий из корыта 3 и вала 4 с лопатками, прессующее устройство, включающее шнековый цилиндр 6 с водяной рубашкой 8, шнек 7 и прессовую головку 9 со сменной матрицей 10. Вращение валов тестосмесителя и шнека обычно осуществляется от единого привода 5.

Мука и вода непрерывными потоками в определенном соотношении подаются дозаторами в тестомесильное корыто. Здесь эти ингредиенты подхватываются лопастями вращающегося вала, перемешиваются и медленно перемещаются лопастями месильного вала, которые повернуты на некоторый угол относительно

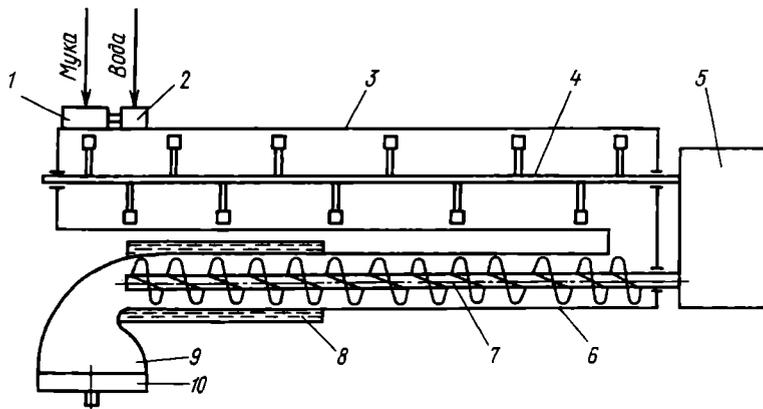


Рис. 15. Технологическая схема шнекового макаронного пресса

плоскости, перпендикулярной к оси вала, к противоположному торцу тестомесильного корыта. Образовавшаяся к концу замеса крошковатая или мелкокомковатая масса теста через перепускное отверстие поступает в шнековый цилиндр прессующего устройства.

Основной рабочий орган прессующего устройства — шнек. При его вращении сыпучая масса теста перемещается к прессовой головке. Матрица, установленная в нижней части прессовой головки, пропускает только 10...20 % нагнетаемой к ней шнеком массы теста. Вследствие этого в головке и в шнековой камере возникает противодействие, в результате чего тесто уплотняется, превращается в связанную плотную тестовую массу. В таком виде тесто продавливается через отверстия матрицы в виде пряжи отформованных сырых макаронных изделий.

При нагнетании уплотненной вязкой массы теста к матрице происходит разогрев теста в результате интенсивного трения его о лопасти вращающегося шнека. Для снижения температуры теста во время работы пресса в водяную рубашку шнековой камеры, примыкающей к прессовой головке, подают холодную воду. После длительных остановок пресса водяную рубашку используют для прогрева шнековой камеры перед началом прессования теста.

Основные правила эксплуатации шнековых макаронных прессов заключаются в следующем.

Перед пуском пресса необходимо провести следующие подготовительные операции:

убедиться в наличии смазки и отсутствии посторонних предметов во всех трущихся частях;

заполнить солидолом отверстия штуцеров, в которые ввертывают манометры, смазать солидолом посадочные поверхности предохранителей;

проверить действие и надежность механизмов блокировки открывания крышек корыт тестосмесителя;

закрыть магистраль подвода воды для охлаждения прессующих устройств;

проверить работу редукторов, наличие масла в них, после чего установить на место прессующие шнеки.

Пуск пресса и порядок работы на нем заключаются в следующем:

закрыть задвижку между тестомесильным корытом и шнековой камерой;

включить подачу теплой воды в рубашку шнековой камеры;

включить привод тестомесильного корыта и дозаторов муки и воды (в прессах типа ЛПЛ — главный привод); отрегулировать дозаторы муки и воды, как было указано выше; установить необходимую температуру воды;

продолжить замес до тех пор, пока тесто не заполнит месильное корыто немного выше вала, после чего открыть задвижку подачи теста в шнековую камеру;

проверить влажность теста, свободно выходящего из прессовой головки, и при необходимости провести дополнительную регулировку дозаторов; при пуске пресса нельзя работать при влажности теста меньше 30 %, желательно использовать мягкий режим замеса;

включить привод пресса, когда из головки начнет выходить чистое тесто с необходимой влажностью;

выбрать тесто из матрицедержателя, установить матрицу с наложенной на нее предохранительной сеткой, прижать матрицу домкратами к прессовой головке;

вновь включить привод пресса, а также обдувочного устройства и режущего механизма;

после того как установится режим прессования (примерно через 20...30 мин), отключить подачу теплой воды и включить подачу холодной воды в рубашку шнековой камеры.

Нормальная работа прессов обеспечивается при давлении в прессующих устройствах прессов ЛПЛ 5,5...7 МПа, прессов ЛПШ 9...11 МПа, прессов «Брайбанти» и «Паван» до 12 МПа. Температура охлаждающей воды на выходе из рубашки должна быть на уровне 25...35 °С. При увеличении давления прессования выше указанных значений необходимо установить причину и немедленно устранить ее (чаще всего это наблюдается при работе с тестом низкой влажности или с холодным тестом).

В процессе эксплуатации пресса ведут постоянное наблюдение за работой дозаторов, температурой воды, поступающей на замес, уровнем теста в корыте тестосмесителя, за влажностью и

структурой теста. Если тесто плохо перемещается вдоль корыта, необходимо остановить пресс и изменить угол поворота лопаток месильного вала.

Кратковременные остановки пресса не должны превышать 30 мин.

При длительных остановках пресса (свыше 30 мин и до одних суток) необходимо:

установить ручку храпового вариатора дозатора муки и воды в нулевое положение;

выбрать и тщательно удалить остатки теста из корыта и переходного отверстия, смазать внутреннюю поверхность корыта растительным маслом (очистку и смазку проводить только после отключения питания пресса!);

снять матрицу, очистить ее снаружи от теста и направить на отмочку и мойку;

выбрать тесто из внутренней полости прессовой головки и смазать растительным маслом видимую оставшуюся поверхность теста.

При остановках пресса на время свыше суток необходимо дополнительно провести следующие операции: снять фланцы с прессовых головок, извлечь прессующие шнеки, тщательно очистить от теста все соприкасавшиеся с ним поверхности и смазать их растительным маслом.

При работе шнековых прессов необходимо соблюдать основные правила безопасности:

ежедневно проверять исправность механизмов блокировки открывания крышек тестомесильных корыт;

не производить при работе пресса какой бы то ни было ремонт, смазку или очистку движущихся механизмов, не снимать ограждения и детали, не касаться движущихся частей;

пресс должен быть надежно заземлен, все пусковые электроприборы и проводка должны находиться в исправном состоянии;

производить осмотр и ремонт электродвигателей, пусковой аппаратуры и электропроводки только при выключенном прессе;

все защитные ограждения и кожухи пресса должны всегда находиться на своих местах и быть в исправном состоянии;

площадка для обслуживания с перилами и лестница должны быть исправны и содержаться в чистоте;

предохранительная заглушка на торцевом фланце шнековой камеры должна быть надежно защищена ловушкой.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРЕССА НА ПРОЦЕСС ПРЕССОВАНИЯ

Фундаментальные исследования сложных явлений, происходящих при движении макаронного теста в шнековой камере и каналах матрицы, на которых базируется современная теория прессования макаронного теста, были проведены В. В. Лукьяно-

вым, Н. И. Назаровым, Ю. А. Мачихиным, Б. М. Азаровым, М. Н. Караевым. Основные положения этой теории мы рассмотрим в этом разделе.

Физические свойства уплотненного теста. Говоря о замесе и прессовании макаронного теста, надо отметить, что под термином «тесто» в макаронном производстве подразумевают два его вида, существенно различающиеся между собой по внешнему виду и физическим свойствам: сыпучая крошковатая масса, поступающая после замеса в шнековую камеру пресса, и связанная масса крутого теста, уплотненная в шнековой камере и продавливаемая сквозь отверстия матрицы. Рассмотрим подробнее основные свойства уплотненного теста.

В таком виде макаронное тесто является упругопластично-вязким коллоидным телом (веществом).

Упругость макаронного теста, т. е. свойство восстанавливать первоначальную форму при мгновенном снятии приложенной нагрузки, проявляется при малых и кратковременных нагрузках.

Пластичность макаронного теста, т. е. способность к формоизменению и течению при напряжениях выше критического, называемого пределом упругости, проявляется при значительных по величине нагрузках и длительном их воздействии, что происходит, например, при формовании макаронного теста.

Вязкость теста является мерой сопротивления его текучести и определяется величиной сил сцепления его частиц между собой, называемых силами когезии: чем больше величина сил когезии теста, тем оно более вязкое, крутое. Таким образом, вязкость обратна текучести.

Для полимерных материалов, к которым относится и макаронное тесто, вязкость непостоянна. Она зависит от влажности, температуры, давления прессования и других факторов, которые мы подробно рассмотрим ниже.

Отмеченные свойства уплотненного макаронного теста отражаются графически в виде кривой течения.

На рис. 16 изображены кривые течения идеальной (ньютоновской) жидкости (вода, растворы неорганических веществ, спирты, эфиры) — кривая 1 и вязкопластичного тела (макаронного теста) — кривая 2.

Для идеальной жидкости скорость течения v находится в постоянной пропорциональной зависимости от приложенного к ней давления p .

Кривая течения вязкопластичного тела не проходит через начало координат. Это говорит о том, что движение вязкопластичного тела, его деформация начинаются лишь тогда, когда оказываемое на него давление превысит определенное значение — предел текучести (предельное напряжение сдвига), величина которого зависит от природы вещества, его температуры, влажности и других факторов.

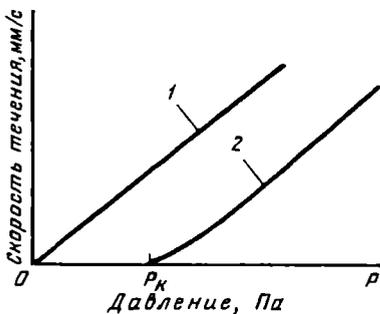


Рис. 16. Кривые течения:

1 — ньютоновской жидкости; 2 — вязко-пластичного тела

Из графика также видно, что в области высоких давлений вязкопластичное тело, каким является макаронное тесто, ведет себя, как идеальная жидкость: дальнейшее увеличение давления приводит к пропорциональному увеличению скорости течения.

Рассматривая физические свойства уплотненного макаронного теста, следует отметить, что оно обладает определенным периодом релаксации (рассасывания) напряжений, возникающих в тесте при его деформации в процессе формования. *Период*

релаксации, т. е. время, в течение которого рассасываются, гасятся внутренние напряжения в тесте, зависит от давления прессования, температуры и влажности теста. Чем больше давление прессования, чем ниже температура и влажность теста, тем больше период релаксации, тем в большей степени проявляется упругое последствие теста. Иначе говоря, для придания и фиксирования формы выпрессовываемых макаронных изделий необходимо не только приложить определенное давление (выше критического значения), но и выдержать некоторое время формуемое тесто под этим давлением.

За счет упругого последствия диаметр сырых макаронных изделий после выпрессовывания увеличивается примерно на 10 % по сравнению с диаметром формующего отверстия матрицы, так как полного рассасывания напряжений за время прохождения тестом формующего канала не происходит, и чем меньше длина канала, тем в большей степени проявляется упругое последствие теста.

Движение теста в шнековой камере. При рассмотрении процесса перемещения и прессования макаронного теста в шнековой камере принято различать четыре зоны (рис. 17): *I* — прием и транспортирование теста, *II* — прессование (уплотнение), *III* — перемещение спрессованного теста по виткам шнека, *IV* — нагнетание спрессованного теста по цилиндрическому каналу трубы шнека и прессовой головке, подача его к матрице и выпрессовывание через формующие отверстия матрицы.

Такое разделение следует считать условным. Оно основано на том, что в разных зонах выполняются различные операции. Однако эти зоны не являются разграниченными элементами, так как они образуют для теста единый непрерывный путь по межвитковому объему шнека и каналу прессовой головки.

Из корыта тестосмесителя пресса макаронное тесто в виде

неоднородной сыпучей массы, состоящей из отдельных комков и крошек, поступает в I, приемную, зону нагнетающего шнека. Здесь тесто частично заполняет межвитковое пространство шнека и, следовательно, не полностью покрывает поверхность витков шнека и шнековой камеры.

Непрерывная винтовая поверхность, образуемая витками шнека, при вращении соприкасается с частицами теста и оказывает на них давление. Последнее передается соседним частицам теста, которые в данный момент не находятся в непосредственном соприкосновении с поверхностью витков. Частицы теста в I зоне перемещаются в основном поступательно, а от вращательного движения их удерживает сила собственной массы. Поскольку эта зона не заполнена тестом полностью и плотно, в ней отсутствует давление, и тестовая масса перемещается, как в обычном транспортном шнеке для кускового или сыпучего материала. Поэтому процесс перемещения в I зоне обусловлен степенью заполнения тестом объема винтовой полости и характеризуется отсутствием давления и в основном неизменной объемной массой комкообразного и крошкообразного теста. В этой зоне тестовая масса перемещается свободно и ее частицы не связаны одна с другой. Концом приемной зоны считается та часть шнековой камеры, где начинается уплотнение теста и происходит нарастание давления.

Во II зоне в отличие от I тестовая масса уплотняется и степень связанности частиц увеличивается. Сначала заполняется свободный межвитковый объем шнека, а затем тесто уплотняется за счет уменьшения промежутков между частицами и вытеснения

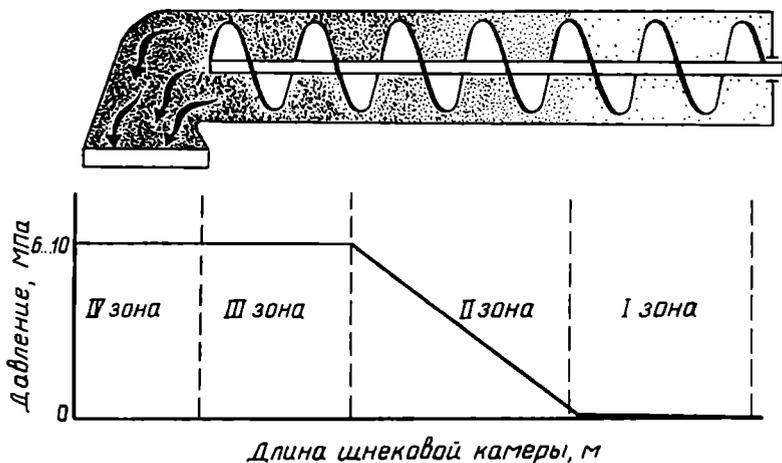


Рис. 17. Деление прессующего устройства шнекового пресса на зоны

из него значительного количества воздуха. При этом увеличиваются число и поверхность контактов между частицами теста. Далее происходит пластическая деформация самих частиц, которая приводит к сближению внутренних поверхностей, склеиванию частиц друг с другом клейковинными нитями и пленками. После этого наступает такой момент, когда вследствие слипания отдельных частиц в непрерывную связанную массу тесто перестает вести себя, как сыпучая масса, и начинает оказывать сопротивление перемещению, как целое вязкопластичное тело.

Частицы теста под воздействием вращающейся винтовой поверхности шнека получают два движения: поступательное, вдоль оси шнека, и вращательное, вокруг оси шнека. Вследствие этого в этой зоне шнековой камеры процесс перемещения характеризуется тем, что тестовая масса постоянно изменяет направление движения, в результате поверхность ее все время обновляется — наблюдается турбулентный характер течения теста, сопровождающийся интенсивным перемешиванием теста, равномерным распределением влаги в его массе.

Во II зоне в результате постепенного сжатия и максимального уплотнения теста обеспечивается рост давления от нуля до величины давления прессования. Давление теста возникает только тогда, когда оно полностью заполнит весь свободный объем полости шнека. С ростом давления тестовой массы увеличивается сила сцепления частиц между собой (прочность когезии) и с поверхностями шнека и шнековой камеры (прочность адгезии).

При уплотнении, сжатии тестовой массы сжимается и содержащийся в ней воздух. Однако вследствие конструктивных особенностей шнека основная масса воздуха выдавливается назад через приемное отверстие в дне корыта тестосмесителя.

Процесс перемещения теста во II зоне шнековой камеры можно представить следующим образом.

Частицы элементарных слоев тестовой массы, расположенные между наружной поверхностью шнека и внутренней поверхностью шнековой камеры, участвуют, как мы сказали, в двух движениях. Под действием продольной составляющей силы шнека они совершают поступательное движение вдоль оси шнека, а под действием радиальной (поперечной) составляющей и в результате взаимодействия сил внутреннего трения совершают также и вращательное движение. Таким образом, во II зоне одновременно со шнеком начинает вращаться и тестовая масса: она совершает вращательно-поступательное движение, а не только поступательное, как в I зоне.

В конце II зоны тесто, замедляя движение, плотно заполняет объем винтовой полости шнека. Тестовая масса спрессовывается (уплотняется), и, следовательно, увеличивается объемная масса теста. В этой зоне кроме основной операции прессования шнек путем интенсивного перемешивания продолжает процесс заме-

са — проминку теста. Одновременные замес и прессование способствуют не только уплотнению, но и пластификации теста.

Процесс перемещения и прессования характеризуется еще и тем, что непосредственно соприкасающиеся внутренние слои теста имеют разные скорости, в результате чего между ними возникают напряжения сдвига. Поэтому кроме перемешивающего эффекта возникает еще и внутреннее трение, которое приводит к почти полной пастификации частиц, хотя и в этих условиях наиболее крупные частицы крупки, не увлажненные в достаточной степени при замесе теста, могут сохранить свою индивидуальность.

Тесто, уплотненное во *II* зоне, перемещается в *III* зону и под действием давления поддерживается в таком состоянии. Спрессованная масса теста, как и во *II* зоне, совершает вращательно-поступательное движение с относительным послойным перемещением частиц.

Процесс перемещения теста в *III* зоне происходит при полном и плотном заполнении винтовой полости шнека тестовой массой, объемная масса которой остается неизменной.

К концу *III* зоны тесто приобретает сплошную однородную структуру, чему способствует продолжающийся в этой зоне процесс проминки теста. При этом в результате трения внутренних слоев теста между собой и трения теста о поверхности шнека и шнековой камеры происходит разогрев тестовой массы, в результате чего увеличиваются ее пластичность и текучесть.

В конце *III* зоны (последний виток шнека) спрессованная масса теста выходит из винтовой полости шнека и поступает в *IV* зону в виде закрученного пульсирующего потока. Выходя из шнека с неодинаковой осевой скоростью, тесто преодолевает силу давления в прессовой головке, входит в нее и распределяется по ее сечению. Течение теста в конусном канале прессовой головки происходит с неодинаковой скоростью, так как слои, прилегающие к стенкам канала, движутся медленнее, чем слои в центре. Поэтому тестовая масса при выходе из шнека прежде всего поступает в центр потока, что приводит к неравномерному, параболическому распределению давления по сечению прессовой головки и, следовательно, неравномерному давлению теста по площади матрицы.

Давление в *IV* зоне обусловлено двумя факторами: величиной подачи теста вращающимся шнеком к матрице и сопротивлением формирующим отверстиям матрицы продавливанию теста. Соотношение этих двух параметров определяет также и скорость выпрессовывания (формования) теста через матрицу, т. е. производительность пресса.

Для матрицы с формирующими каналами круглого сечения (для формования вермишели) пропускная способность

$$Q_M = (k_M/\mu)p, \quad (1)$$

где k_M — коэффициент, учитывающий геометрические параметры матрицы; μ — константа, определяющая физические свойства уплотненного макаронного теста; p — давление в прессовой головке.

В нашем случае

$$k_M = (m\pi R^4)/(8l), \quad (2)$$

где m — число отверстий в матрице; R — радиус фюрмующего отверстия; l — длина канала отверстия матрицы.

Для нагнетающего шнека макаронного пресса расходно-напорная характеристика определяется разностью подачи теста к матрице в результате вращения шнека и обратного потока, вызванного сопротивлением матрицы:

$$Q_{ш} = k_{ш}n - (k'_{ш}/\mu)p, \quad (3)$$

где $k_{ш}$ — коэффициент, учитывающий геометрию шнека; n — частота вращения шнека; $k'_{ш}$ — коэффициент наполнения.

Имея данные о матрицах и шнеке, зная величину давления в прессовой камере, совместно решив уравнения (1) и (3), можно определить производительность пресса.

При выпрессовывании через отверстия матрицы форма тестового потока окончательно изменяется соответственно количеству и форме поперечного сечения отверстий.

Форма нагнетающих шнеков. Конструктивные формы нагнетающих шнеков и шнековых камер обусловлены действующими усилиями и траекторией перемещения элементарных частиц теста в III и IV зонах прессующего устройства, т. е. в таком месте шнековой камеры, где можно наблюдать вполне определенную, устойчивую картину течения пластичной массы теста.

Рассмотрим действующие силы и вероятные условия перемещения элементарных частиц теста вблизи внутренней поверхности шнекового цилиндра и рабочей винтовой поверхности шнека, исходя из простейших соображений о физической сущности движения нагнетаемой шнеком массы теста.

Рассмотрим сначала условия перемещения элементарной частицы m_1 , находящейся вблизи поверхности шнекового цилиндра (рис. 18). Под влиянием сил сцепления между всеми частицами массы теста, заполняющего рабочую полость шнека, этой частице при вращении шнека будет сообщаться, во-первых, тангенциальное усилие T_1 , стремящееся переместить ее в направлении вращения шнека. Тангенциальной силе T_1 должна быть противопоставлена реакция, направленная также тангенциально, но действующая против силы T_1 . Иначе элементарная частица m_1 будет вхолостую вращаться вместе с винтом шнека и не получит полез-

ного перемещения вперед к матрице. Реакция создается благодаря силам сцепления частиц теста со стенками шнекового цилиндра и воздействует на элементарную частицу m_1 , стремясь удержать ее от вращения вместе с винтовой поверхностью шнека.

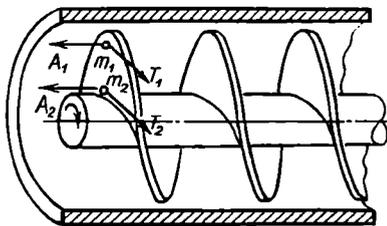


Рис. 18. Схема сил, действующих на частицы теста при вращении шнека

Отсюда следует первое важное условие, обеспечивающее нормальную работу нагнетающего шнека: для создания тангенциальной реакции, препятствующей свободному проворачиванию всей массы теста вместе с рабочим винтом шнека, необходимо, чтобы тангенциальная составляющая сил сцепления (прилипания) частиц теста с поверхностью шнекового цилиндра превосходила силы сцепления частиц теста между собой, т. е. силы адгезии теста с поверхностью шнековой камеры превосходили силы когезии тестовой массы. При этом условии неподвижно связанными с поверхностью шнековой камеры окажутся только элементарные слои и частицы пограничного слоя теста. Последующие элементарные слои и частицы будут связаны с пограничным неподвижным слоем теста силами взаимного сцепления. Они не останутся абсолютно неподвижными по отношению к шнековому цилиндру, а будут в большей или меньшей степени участвовать в сложных перемещениях нагнетаемой пластичной массы макаронного теста как в полезном аксиальном, так отчасти и в бесполезном тангенциальном направлении.

Элементарная частица m_1 , находящаяся поблизости от стенки шнекового цилиндра, при вращении винта шнека благодаря силам сцепления с соседними частицами и посредством последних с более удаленными элементарными слоями перемещается в аксиальном направлении к выходу из шнека и к матрице.

Аксиальному усилию A_1 , стремящемуся переместить частицу теста m_1 вдоль шнековой камеры к матрице, противодействует аксиальная реакция. Она передается частице m_1 от неподвижного пограничного слоя на стенке шнекового цилиндра также через промежуточные элементарные слои и частицы теста. Аксиальная реакция будет тормозить полезное аксиальное перемещение частицы m_1 .

Отсюда следует второе условие для улучшения работы нагнетающего шнека: для уменьшения аксиальной реакции, тормозящей полезное перемещение теста вдоль оси шнека, желательно, чтобы аксиальная составляющая сил сцепления частиц теста с поверхностью шнековой камеры была меньше сил сцепления

частиц теста между собой, т. е. силы когезии были меньше сил адгезии.

Указанные условия требуют создания различных по абсолютной величине сил сцепления частиц теста с поверхностью шнекового цилиндра в зависимости от направления: максимальную в тангенциальном направлении и минимальную в аксиальном направлении.

Для того чтобы совместно решить эти задачи, следует тщательно обработать (желательно полировкой) внутренние стенки шнековой камеры (для облегчения аксиального перемещения теста), разместив вдоль этих стенок рифли, затрудняющие проворачивание тестовой массы. Во избежание чрезмерного возрастания обратного движения теста в них рифли должны быть неглубокими.

Рассмотрим теперь условия, в которых находится элементарная частица m_2 , находящаяся ближе к валу шнека и поблизости от его рабочей винтовой поверхности (см. рис. 18).

При вращении шнека в связи с прилипанием теста к винтовой поверхности возникает тангенциальное усилие T_2 . Оно также передается частице m_2 через посредство элементарных слоев и частиц теста, расположенных между нею и пограничным слоем, прилегающим к винтовой поверхности. Усилие T_2 достигает максимальной величины тогда, когда пограничный слой теста прочно прилипает к винтовой поверхности и стремится заставить массу теста, заключенную в винтообразной полости шнека, бесполезно вращаться вместе с винтом. Этим он препятствует полезному аксиальному перемещению и нагнетанию теста к матрице.

Тангенциальному усилию T_2 противодействует сила, которая возникает вследствие прилипания первого пограничного слоя к стенкам шнекового цилиндра и передается благодаря сцеплению между частицами и элементарными слоями теста, т. е. в результате когезионной прочности теста. Эта сила удерживает массу теста, заключенную в винтовой полости шнека, от проворачивания вместе с винтом; этим обусловлено полезное аксиальное перемещение теста к матрице шнекового пресса.

Отсюда следует третье условие, необходимое для увеличения подачи теста к матрице: для уменьшения силы T_2 прилипание теста к поверхности шнека должно быть минимальным и значительно меньшим, чем сцепление частиц теста между собой. Это облегчит скольжение теста по винтовой рабочей поверхности шнека.

Для обеспечения этого условия поверхность шнека шлифуют и хромируют.

На частицу m_2 действует аксиальное усилие A_2 , передаваемое ей элементарными слоями теста, отделяющими ее от рабочей винтовой поверхности шнека. Этой полезной аксиальной составляющей противодействует сила, возникающая в результате при-

липания теста к внутренней поверхности шнековой камеры при его перемещении к матрице. Поэтому, как и для частицы m_1 , для частицы m_2 , расположенной вблизи винтовой рабочей поверхности шнека, справедливы второе условие и, как следствие, практические меры, указанные выше.

На соотношении аксиальной и тангенциальной составляющих усилия, действующего на тесто при вращении шнека, значительное влияние оказывает кроме указанных факторов угол подъема винтовой лопасти шнека.

М. Н. Караваемым показано, что надежная работа прессы и стабильное качество изделий обеспечиваются при величине отношения шага шнека к его диаметру (показатель, который характеризует угол подъема лопасти шнека), равной от 0,5 до 1,0. Шнеки с отношением шага к диаметру менее 0,5 не могут быть рекомендованы к применению в связи с малой подачей теста к матрице вследствие малого угла подъема лопасти шнека, а с отношением более 1,0 — как не обеспечивающие нормального качества изделий: значительная подача теста к матрице за один оборот шнека вызывает чрезмерное противодавление, интенсивное перетирание теста и разрушение клейковины.

В указанных пределах большее значение отношения шага шнека к его диаметру целесообразно применять для шнеков с диаметром до 100 мм, а меньшее — свыше 100 мм.

Обычно винтовую лопасть нагнетающего шнека представляют как наклонную плоскость, угол подъема которой равен постоянному углу подъема винтовой линии на среднем диаметре d_c шнека. В действительности же нагнетающий шнек (винт) макаронного прессы по сравнению с другими видами отличается тем, что имеет большой шаг S и большую высоту витка h , равную разнице между наружным R_2 и внутренним R_1 радиусами шнека. Этим обстоятельством обуславливается значительная разница в величинах углов подъема линий лопасти шнека: α_2 — на наружном диаметре шнека D ($2R_2$); α — на среднем диаметре шнека d_c ($2R_c$); α_1 — на диаметре вала шнека d ($2R_1$).

Винтовую лопасть шнека можно представить в виде линии, образованной большим числом винтовых линий, примыкающих одна к другой по всей ее высоте: большому числу винтовых линий соответствует большое число углов подъема.

Нагнетающий шнек в работе с сопряженной с ним «тестовой гайкой» (на участке перемещения уплотненного теста — III зона шнековой камеры) рассматривают как винтовую пару. Действие шнека в этой паре основано на преобразовании его вращательного движения во вращательно-поступательное движение теста. При этом благодаря углу подъема лопасти и проявлению сил трения между шнеком и тестом оно получает вращательное движение, а вследствие наличия сил трения между тестом и поверхностью шнековой камеры — поступательное движение.

Так как угол подъема винтовой лопасти шнека переменный, то и условия перемещения тестовой массы по ее поверхности различные. Тесто, находясь под давлением прессования, может перемещаться вперед (к матрице) по поверхности лопасти в том случае, если будет соблюдаться условие

$$P_1 \sin \alpha < f P_1 \cos \alpha \text{ или } \operatorname{tg} \alpha < f,$$

где P_1 — нагрузка на поперечное сечение «тестовой гайки», действующая в продольном направлении шнека; $f P_1 \cos \alpha = F$ — сила трения на витках шнека; f — коэффициент трения скольжения.

т. е. необходимо, чтобы угол подъема лопасти был меньше угла трения.

Если угол наклона лопасти будет больше угла трения, т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha > f,$$

то тесто под действием рабочего давления будет возвращаться назад, к приемному отверстию.

Таким образом, на поверхности лопасти шнека могут одновременно соблюдаться условия как для перемещения теста вперед, так и для возврата его назад. При этом из большого числа винтовых линий лопасти одна будет иметь угол подъема α_p , равный углу трения, т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha_p = f.$$

Диаметр шнека, на котором винтовая линия имеет угол подъема α_p , равный углу трения, М. Н. Караваев предложил назвать рабочим диаметром d_p .

Рабочий диаметр шнека. Определяют из выражения

$$d_p = S / (\pi \operatorname{tg} \alpha_p)$$

Понятие «рабочий диаметр» введено для учета особенностей работы лопасти по перемещению теста и в качестве характеристик геометрических параметров шнека.

При $\operatorname{tg} \alpha_p = f$ углы подъема винтовых линий на поверхности лопасти от R_1 до R_p будут больше угла α_p , а на поверхности от R_p до R_2 — меньше угла α_p . Поэтому по поверхности винтовой лопасти между R_2 и R_p тесто, находясь под рабочим давлением, будет перемещаться вперед, а по поверхности между R_p и R_1 — назад. Условное разделение теста, перемещаемого вперед, и теста, перемещаемого назад, будет происходить по винтовой линии на рабочем диаметре шнека. Движение частиц теста как вперед, так и назад будет происходить неравномерно вследствие переменного угла подъема лопасти. При этом частицы теста, пере-

мещаемые назад, могут также вследствие наличия сил когезии захватываться частицами теста, перемещаемыми вперед.

Рабочая высота поверхности винтовой лопасти. Высоту поверхности лопасти, по которой тесто перемещается вперед, называют *рабочей высотой* h_p . Этот параметр также используют для характеристики шнека. Рабочая высота представляет собой разность между наружным и рабочим диаметрами шнека, т. е.

$$h_p = (D_2 - d_p)/2, \text{ или } h_p = R_2 - R_{cp}.$$

В пределах рабочей высоты поверхности лопасти переменный угол подъема ее равен углу трения и меньше его, т. е.

$$f = \operatorname{tg} \alpha_p.$$

По поверхности лопасти в пределах ее рабочей высоты тесто перемещается вперед. Рабочая высота лопасти может быть равна или составлять часть общей ее высоты.

В первом случае тесто перемещается вперед по всей поверхности лопасти, а во втором — только по ее части. Отношение рабочей высоты к общей высоте лопасти

$$\lambda = (R_2 - R_p)/(R_2 - R_1) = h_p/h$$

показывает, по какой части поверхности лопасти тесто перемещается вперед. Величина λ этого отношения зависит от величины рабочей высоты лопасти, которая меняется в зависимости от изменения шага шнека и коэффициента трения скольжения.

Анализ этого соотношения показывает, что при $R_p = R_1$ поверхность лопасти по всей высоте становится рабочей и тесто по ней будет перемещаться только вперед, а возвратный поток будет отсутствовать. При изменении же R_p от R_1 до R_2 отношение рабочей высоты лопасти к ее общей высоте будет изменяться от 1 до 0. В итоге будет изменяться и соотношение потоков теста: подача теста вперед будет уменьшаться, а возврат теста — увеличиваться. При $R_p = R_2$ поступательное перемещение теста вперед прекратится.

При $R_p = R_1$ нагнетающий шнек всей поверхностью лопасти будет перемещать тесто вперед к матрице. Так как при этом на поверхности лопасти шнека отсутствуют усилия для возвратного движения теста, то оно будет перемещаться вперед независимо от сопротивления матрицы. В этом случае пропускная способность матрицы будет определяться подачей теста шнеком. Тесто будет подаваться шнеком и в том случае, если матрицу с формующими отверстиями заменить сплошным металлическим диском. Тогда при отсутствии возвратного потока в прессовой го-

ловке будет развиваться давление, приводящее к запрессовке либо поломке пресса или его привода.

Во всех остальных случаях, когда рабочая высота поверхности лопасти не равна ее общей высоте, пропускная способность матрицы (при наличии возвратного потока) будет соответствовать фактической подаче теста шнеком — результирующему потоку поступательного и возвратного потоков и будет определяться приведенным отношением λ . Поэтому это отношение характеризует степень уменьшения подачи уплотненного теста шнеком, т. е. величину коэффициента k_c , который понадобится нам в дальнейшем для определения фактической производительности шнекового макаронного пресса.

Эффективность работы лопасти шнека по перемещению теста в зависимости от параметров шнека подтверждается экспериментальными данными: фактическая производительность устройств, у которых вся поверхность лопасти шнека рабочая, возрастает примерно пропорционально теоретической при увеличении частоты вращения шнека. И чем меньше рабочая высота лопасти, тем больше разница между фактической производительностью и теоретической.

Практически в процессе прессования теста вследствие его когезионных свойств рабочий диаметр шнека несколько сдвигается в сторону внутреннего диаметра, т. е. диаметра вала шнека. При этом рабочие высота и поверхность лопасти также несколько увеличиваются.

Как было сказано, винтовая лопасть нагнетающего шнека имеет большую высоту, а ее поверхность рассматривается как плоскость, состоящая из множества винтовых линий с различными углами подъема:

$$\operatorname{tg}(\alpha_1 + \alpha_2) = S/[\pi(d + D)].$$

У винтовых линий лопасти шнека угол подъема переменный и изменяется от α_2 до α_1 при $\alpha_1 > \alpha_2$.

Так как параметры шнека связаны последней зависимостью, то для случая, когда вся поверхность лопасти является рабочей, указанная зависимость принимает вид выражения рабочего диаметра шнека (см. выше). При этом $\operatorname{tg}\alpha_p = \operatorname{tg}\alpha_1 = f$.

Пользуясь выражением рабочего диаметра и учитывая, что коэффициент трения составляет 0,4...0,7, можно получить изменения рабочего диаметра шнека

$$d_p = S/[\pi(0,4 \div 0,7)]$$

и таким образом судить о том, насколько рационально выбраны в том или ином прессе параметры шнека и насколько эффективна будет работа прессующего устройства данного пресса.

Изнашиваемость лопастей шнека. В процессе работы пресса происходит постепенный износ лопастей шнека и внутренней стенки шнековой камеры, отрицательно сказывающийся на работе прессующего устройства, на свойствах теста и готовых изделий.

Винтовая лопасть шнека воспринимает давление прессования, которое действует в направлении продольной оси шнека и шнековой камеры. Вследствие переменного угла подъема лопасти нормальная составляющая силы давления, создающая силу трения на ее поверхности, в результате которого идет износ лопасти, будет также переменной. Следовательно, скользящее по поверхности лопасти тесто прижимается к ней с различной силой. Поэтому и сила трения F между тестом и поверхностью лопасти в пределах ее высоты (от внутреннего до наружного диаметра шнека) будет величиной переменной. Пределы изменения ее по высоте лопасти определяются из выражения

$$F = fP_1 \cos(\alpha_1 + \alpha_2).$$

Сила трения между тестом и поверхностью лопасти возрастает в направлении от внутреннего диаметра шнека к наружному. От действия сил трения лопасть шнека изнашивается. Наибольший износ лопасти, как следует из предыдущего выражения, возникает по наружному диаметру шнека. Проведенные на макаронных фабриках испытания износа шнеков работающих прессов подтвердили справедливость положений о распределении сил трения по высоте лопасти и ее износа, вытекающих из этого выражения. При этом установлено, что во всех случаях износу подвергается поверхность лопасти по наружному диаметру и диаметру, близкому к наружному диаметру шнека. Остальная поверхность лопасти сохраняет свое первоначальное состояние и почти не изнашивается, причем чем больше шаг шнека, тем больше износ указанных поверхностей лопасти.

Износ поверхности лопасти шнека по наружному диаметру, а также внутренней поверхности шнековой камеры на участке перемещения спрессованного теста (*III* зона шнековой камеры) приводит к увеличению зазора между шнеком и камерой, что отрицательно сказывается на процессе прессования и на качестве теста.

При увеличении зазора более 0,5...1 мм резко повышается возврат теста в образовавшуюся щель, в результате чего падает давление прессования, происходит интенсивное перетирание теста, сопровождающееся механической деструкцией клейковины, о чем мы подробнее поговорим в следующем разделе. Кроме этого чрезмерный износ лопасти шнека при непрочном материале, из которого он изготовлен, приводит к попаданию в тесто значительного количества микроскопических частиц металла, в

результате которого тесто и выпрессовываемые изделия приобретают темно-серый цвет. Реализация такой продукции ни в коем случае недопустима.

Расчет производительности шнека. Если предположить, что тестовая масса плотно заполняет межвитковый объем в шнековой камере и перемещается при вращении шнека только поступательно, подобно перемещению твердой гайки по винту без вращения, можно рассчитать теоретическую производительность шнека (кг/ч), которая равна сумме объемов винтовой полости по длине шага S (м), заполненных тестом в единицу времени,

$$P_T = 60mnV\gamma, \text{ или } P_T = 60mnSF_T\gamma,$$

где m — число заходов шнека; n — частота вращения шнека, мин^{-1} ; V — межвитковый объем шнека, м^3 (по длине шага S); γ — объемная масса теста, $\text{кг}/\text{м}^3$; зависит от величины давления прессования, влажности и температуры теста.

Практически величина γ лежит в пределах 1330...1447 $\text{кг}/\text{м}^3$ и может быть определена по эмпирической формуле Ю. А. Мачихина

$$\gamma = (C + D/W_T)0,1p + B,$$

где C , D , B — эмпирические коэффициенты, для которых при влажности теста 28...33 %, давлении прессования свыше 3 МПа и температуре 40...50 °С Ю. А. Мачихиным найдены следующие значения: $C = 0,120 \text{ м}^{-1}$, $D = -176,7 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$, $B = 1373 \text{ кг}/\text{м}^3$; W_T — содержание влаги в тесте, %; p — давление прессования, Па.

Площадь поперечного потока теста (м^2)

$$F_T = F_n - F_b - F_l,$$

где F_n — полная площадь шнека в торцевом сечении, м^2 ; F_b — площадь вала шнека в торцевом сечении, м^2 ; F_l — площадь лопасти шнека в торцевом сечении, м^2 .

Выражая площадь F_T через параметры шнека, после соответствующих преобразований получим

$$P_T = 60\pi mn(R_2^2 - R_1^2)[S - (b_2 + b_1)/(2\cos\alpha)]\gamma,$$

где R_1 — внутренний радиус шнека (радиус вала шнека), м; R_2 — наружный радиус шнека (радиус вала шнека), м; b_1 и b_2 — ширина винтовой лопасти в ее нормальном сечении по внутреннему и наружному радиусам шнека, м; α — угол подъема винтовой линии лопасти по среднему диаметру шнека, град.

Фактическая производительность прессующего шнека P_Φ (кг/ч), учитывающая степень заполнения витков тестом, физические свойства теста, сопротивление матри-

цы и другие факторы, всегда меньше теоретической производительности:

$$P_{\phi} = 60\pi mn(R_2^2 - R_1^2)[S - (b_2 + b_1)/2\cos\alpha]\gamma k_n k_p k_c.$$

Эта формула отличается от предыдущей наличием трех коэффициентов: k_n , k_p , k_c .

k_n — коэффициент наполнения, характеризующий работу шнека в I зоне шнековой камеры. Он учитывает пропорциональную зависимость производительности шнека от степени заполнения объема винтовой полости присмных витков. При достаточном питании шнека тестом, малых частотах вращения шнека и правильном подборе его параметров величина k_n приближается к единице.

k_p — коэффициент прессования, характеризующий работу шнека во II зоне. Он учитывает степень уменьшения объема, занимаемого в витках шнека тестом при переходе теста из крошкообразного, сыпучего состояния в спрессованную вязкопластичную массу. Он равен отношению объемной массы крошкообразного теста к объемной массе теста, спрессованного в замкнутом объеме шнековой камеры при соответствующем давлении прессования. При давлении прессования 5...6 МПа величина k_p лежит в пределах от 0,51 до 0,56, при давлении около 10 МПа — от 0,5 до 0,54.

k_c — коэффициент, учитывающий степень уменьшения подачи спрессованного теста в зависимости от свойств теста, параметров нагнетающего шнека, величины зазора между лопастью шнека и внутренней поверхностью шнековой камеры в III зоне и пропускной способности матрицы. Для шнеков с отношением шага к диаметру меньше единицы и величине зазора не более 0,5 рекомендуется принимать $k_c = 0,9...1,0$.

Движение теста в каналах матрицы. Матрица наряду с прессующим устройством — основной рабочий орган макаронного пресса. Она обуславливает производительность пресса, вид изделий (форму и размеры поперечного сечения), в значительной степени влияет на качество продукта (степень шероховатости поверхности, прочность склеивания макаронных трубок и др.).

Матрицы изготавливают из металлов, не поддающихся коррозии, обладающих достаточной прочностью и износостойкостью. Такими металлами являются фосфористая бронза, латунь, нержавеющая сталь.

Матрицы бывают двух типов: круглые (дисковые) и прямоугольные (рис. 19). При помощи круглых матриц формуют все виды длинных и короткорезанных изделий. Прямоугольные матрицы используют для формования длинных макаронных изделий (макароны, вермишель, лапша), вырабатываемых на автоматизированных линиях с подвесной сушкой изделий.

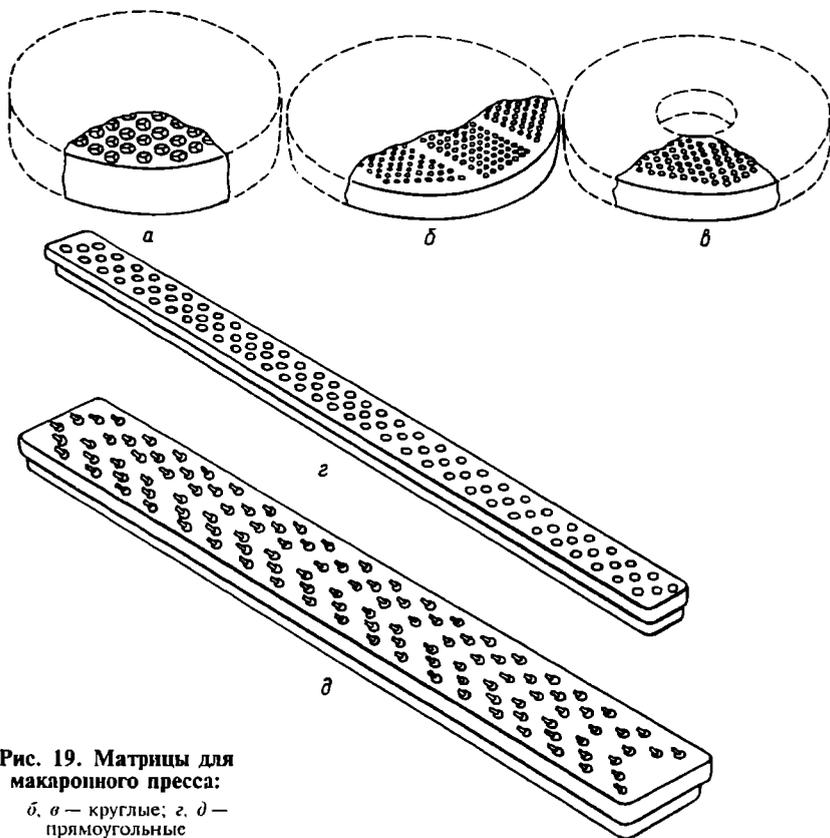


Рис. 19. Матрицы для макаронного пресса:

б, в — круглые; *г, д* — прямоугольные

Круглые матрицы в зависимости от толщины используют без опорных устройств (при толщине матрицы около 60 мм, рис. 19, *а*) или с опорными устройствами — колосниками (при толщине матрицы 22...28 мм, рис. 19, *б, в*).

Прямоугольные матрицы бывают однополосными (рис. 19, *г*) и двухполосными (рис. 19, *д*). Размеры прямоугольных матриц (мм): длина 995, ширина 100, толщина 30...50.

По профилю и конструкции формирующих отверстий (каналов) матрицы разделяют на два основных вида:

с вкладышами — для формирования трубчатых и некоторых сложных по форме фигурных изделий;

без вкладышей — для формирования всех видов изделий, кроме трубчатых.

Матрицы с вкладышами — наиболее сложные по конструкции и состоят из двух основных элементов: формирующего канала,

просверленного в корпусе матрицы, и закрепленного в нем вкладыша. На рис. 20, *а* показан профиль отверстия круглой матрицы для формования трубчатых изделий. Формующий канал отверстия состоит из следующих элементов: входной камеры 1, в которой запрессованы центрирующие заплечики 4 вкладыша (рис. 20, *б*), переходной части 2 и формующей щели 3, в которых располагается ножка 5 вкладыша.

Входная камера имеет наибольший диаметр и поэтому определяет возможное число отверстий в матрице. Нагнетаемое в отверстие тесто во входной камере распределяется центрирующими заплечиками вкладыша на три потока. Назначение центрирующих заплечиков — удерживать вкладыш в отверстии матрицы так, чтобы ось его ножки совпала с осью отверстия. В противном случае формируемая трубка будет иметь неравномерную толщину стенок. Для более надежного центрирования вкладыш изготавливают с тремя заплечиками — трехопорный вкладыш (рис. 20, *б*).

В переходной части 2 отверстия происходят соединение отдельных потоков и склеивание их под действием давления прессы и в результате свойств клейковины теста в тестовую трубку. Для прочного склеивания потоков переходная часть должна иметь достаточную высоту — не менее 9...11 мм.

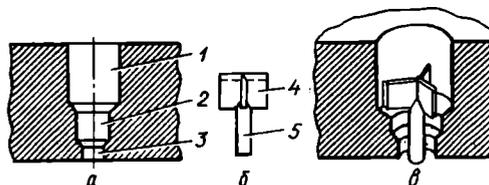
Размеры поперечного сечения формующей щели определяют диаметр макаронной трубки. В формующей щели отверстие имеет наименьший диаметр, поэтому оно оказывает наибольшее сопротивление прохождению теста и в значительной степени влияет на скорость выпрессовывания. В связи с этим высота формующей щели должна быть как можно меньше, но достаточной для того, чтобы выпрессовываемая тестовая трубка успела «зафиксировать» внешний диаметр (снизить упругое последствие) и чтобы обеспечить прочное склеивание продольных швов. Практически высота формующей щели металлических матриц равна 3 мм.

Внутренний диаметр выпрессовываемой трубки определяется диаметром ножки вкладыша.

На рис. 21 представлена конструкция формующего отверстия прямоугольной матрицы, используемой в автоматизированных поточных линиях для производства макарон. Как видно из рис. 21, *а*, отверстие имеет три зоны: входную камеру 1, переходную часть 2 и формующую щель 3. Вкладыш 5 сделан в виде

Рис. 20. Отверстие круглой матрицы для формования трубчатых изделий:

а — профиль отверстия; *б* — трехопорный вкладыш; *в* — отверстие в сборе



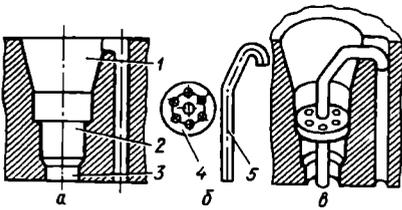


Рис. 21. Отверстие прямоугольной матрицы для формования макарон:

а — профиль отверстия; *б* — итулка и трубка; *в* — отверстие в сборе

трубки и удерживается в центральной части отверстия запрессованной в него втулкой 4 (рис. 21, б). Другой конец трубки через сквозное отверстие в корпусе матрицы соединяется с атмосферой. Это сделано для того, чтобы не происходило закупоривания отверстия выпрессовываемой макаронной трубки при отрезании, а также при сплющивании трубки в месте перегиба при развешивании изделий на

бастуны. Втулка имеет несколько отверстий для прохода теста в переходную часть.

Отверстия без вкладышей имеют, как правило, только входную камеру и формующие щели. Во входную камеру тесто входит одним потоком, после чего оно продавливается через узкие отверстия — формующие щели. Высота формующих щелей 1,5...2 мм.

За счет упругого последействия диаметр сырых изделий при выходе из формующей щели увеличивается примерно на 10 % по сравнению с диаметром щели, поскольку полного рассасывания внутренних напряжений в тесте при прохождении канала матрицы не происходит, и чем меньше высота канала и формующей щели, тем в большей степени проявляется упругое последействие.

Характер движения теста в формующих каналах матриц обусловлен соотношением двух сил: сил сцепления частиц теста между собой, т. е. сил когезии, и сил сцепления частиц теста с поверхностью формующих каналов, т. е. сил адгезии (прилипания).

Если силы сцепления частиц теста между собой меньше сил сцепления частиц теста с поверхностью канала матрицы, т. е. если силы когезии меньше сил адгезии, то тесто течет в канале подобно течению вязкой жидкости. Если же величина сил когезии превосходит величину сил адгезии, то тесто скользит по поверхности канала и движется в канале подобно движению твердого тела.

В первом случае пограничный элементарный слой теста, т. е. слой теста, непосредственно соприкасающийся с поверхностью формующего канала матрицы, прилипает к поверхности и остается неподвижным (рис. 22). В данном случае наблюдается так называемая механическая адгезия, проявляющаяся в том, что тесто проникает в микропоры поверхности формующего канала и удерживается на поверхности в виде неподвижного элементарного

слоя. Следующий за пограничным элементарный слой теста может двигаться, лишь перемещаясь по неподвижному, прилипшему слою, преодолевая силы сцепления частиц между собой, т. е. отрываясь от прилипшего первого слоя. Третий элементарный слой аналогичным образом перемещается по второму и т. д.

Абсолютная скорость движения элементарных слоев в случае вязкого течения пластичной массы теста растет от периферии (от стенок канала) к центру потока примерно по параболическому закону.

Прилипание теста к стенкам формирующей щели матрицы — основная причина образования шероховатой поверхности отформованных макаронных изделий: прилипший пограничный слой теста остается неподвижным, второй слой отрывается от него с образованием надрывов и трещинок, придающих поверхности выпрессовываемых изделий шероховатость.

Шероховатость поверхности макаронных изделий снижает их товарный вид, уменьшает степень насыщенности желтого цвета изделий из крупки твердой пшеницы, увеличивает потерю сухих веществ в процессе варки изделий (степень мутности варочной жидкости) вследствие отрыва заусенцев от изделий при варке. Кроме того, при вязком течении затрачивается дополнительная механическая энергия на преодоление сил сцепления частиц теста между собой, на отрыв теста от прилипшего к каналу матрицы элементарного слоя, а также замедляется скорость выпрессовывания, т. е. снижается производительность пресса. Поэтому уменьшение прилипания каналов матрицы дает значительные технические и экономические выгоды.

На первый взгляд увеличение

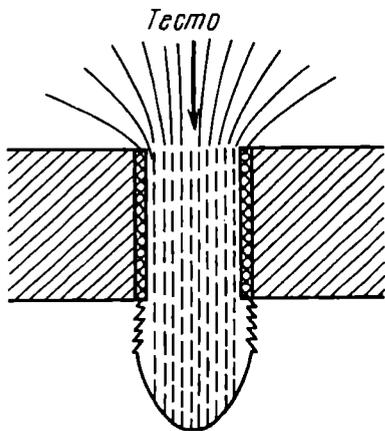


Рис. 22. Характер выпрессовывания макаронного теста при его прилипании к поверхности формирующего канала матрицы

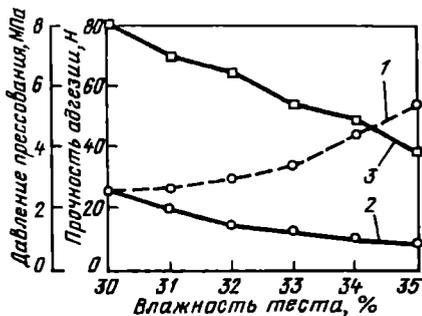


Рис. 23. Зависимость прочности адгезии макаронного теста (кривые 1, 2) и давления прессования (кривая 3) от влажности теста (при температуре теста 40...50 °С)

вязкости теста, т. е. его когезионной прочности, путем, например, снижения его влажности должно менять характер движения теста в канале матрицы от вязкого течения к скольжению. Действительно, как показали наши эксперименты, при постоянном давлении (порядка 6 МПа) прочность адгезии макаронного теста снижается при уменьшении влажности теста (кривая 1 на рис. 23). Однако при формовании теста на прессах снижение влажности теста приводит к увеличению давления прессования (кривая 3), т. е. к увеличению давления контакта теста с поверхностью формующего канала, и к снижению скорости выпрессовывания сырых изделий, следовательно, к увеличению продолжительности контакта. А именно эти два параметра — давление и продолжительность контакта — наряду со свойствами теста (в данном случае его вязкостью) определяют величину прочности адгезии. Поэтому при формовании теста на прессе с увеличением влажности теста прочность адгезии снижается (кривая 2) вследствие снижения давления прессования. В результате этого при использовании металлических матриц из бронзы, латуни, нержавеющей стали, имеющих достаточно высокую степень адгезии с тестом, увеличение влажности теста способствует выпрессовыванию изделий с меньшей степенью шероховатости поверхности.

Наиболее радикальный способ не только снижения, но практически полного устранения прилипания макаронного теста к формующим каналам матриц — изготовление каналов из материалов, к которым тесто не прилипает. Таким материалом служит пластмасса тефлон (отечественный аналог — фторопласт-4). В силу низкой прочности тефлона изготавливать матрицы целиком из него нельзя, поэтому используют различные варианты установки тефлоновых вставок в формующие щели металлических матриц.

При формовании теста через матрицы с тефлоновыми вставками макаронные изделия во всех случаях имеют гладкую, лощеную поверхность независимо от качества муки, влажности и температуры теста. Получение шероховатых изделий путем выпрессовывания через такие матрицы свидетельствует об износе тефлоновых вставок.

Применение матриц с тефлоновыми вставками при формовании теста из крупки твердой пшеницы обеспечивает получение изделий с насыщенным желтым цветом. Это обусловлено «прозрачностью» гладкой поверхности: по сравнению с изделиями, имеющими шероховатую поверхность, лучи света проникают на большую глубину в изделия с гладкой поверхностью, следовательно, большее количество каротиноидных пигментов участвует в избирательном поглощении, и глаз человека воспринимает цвет таких изделий насыщенно-желтым. При наличии шероховатой поверхности лучи света хаотично отражаются от нее,

накладываются друг на друга, и глаз воспринимает цвет таких изделий как белый или светло-желтый.

С другой стороны, следует иметь в виду, что шероховатая поверхность может отчасти скрыть некоторые дефекты макаронных изделий — темные или белые точки, пузырьки и другие вкрапления на поверхности и в глубине изделий, которые при гладкой прозрачной поверхности явно выражены, снижая товарный вид продукта.

Существует еще один радикальный способ устранения прилипания теста к каналам металлической матрицы — путем ее нагревания до температуры 100...110 °С. На нем мы подробно остановимся ниже при изучении высокотемпературных режимов формования.

Правила эксплуатации матриц. Матрицы, устанавливаемые на прессы, периодически заменяют для их очистки или для перехода на выработку другого вида изделий. Одна матрица находится в эксплуатации обычно не более суток.

При снятии круглой матрицы ее можно выбивать из матрицедержателя только деревянным молотком, а лучше использовать специальный выдавливающий рычаг.

Для очистки матриц на макаронных предприятиях предусматривают отдельное моечное отделение, которое снабжают следующим оборудованием и инвентарем: машиной для мойки матриц, ванной для отмочки матриц, световой подставкой (пюпитр) для проверки чистоты матриц после мойки, шкафом или стеллажом для хранения чистых матриц, шкафом с инструментом и запасными частями.

Снятую матрицу помещают на сутки для отмочки в ванну, наполненную водой температурой 40...50 °С. Более горячую воду использовать нельзя из-за возможного заваривания теста и плотного закупоривания формующих отверстий. Для заполнения ванны водой нужной температуры к верхней ее части подведены трубопроводы холодной и горячей воды. Для слива воды в канализацию в нижней части ванны предусмотрена труба с сеткой. Матрицы устанавливают в ванну с водой на ребро.

После отмачивания матрицы промывают под струей воды в специальных машинах при давлении до 10 МПа. Затем матрицы тщательно просматривают на свет. Оставшиеся в формующих отверстиях частицы теста удаляют при помощи деревянной палочки, после чего матрицы вновь промывают на машине. Очищенные матрицы хранят на стеллажах обычно на ребре.

В мелких цехах при отсутствии матрицемоечной машины снятые с прессов матрицы кладут в бак с водой и хранят их в холодной воде, периодически меняя воду. После 1—2 недель хранения матриц в воде их можно промыть под струей воды из водопроводного крана.

Если в матрице вкладыш смещен в сторону или слабо сидит в

отверстия, его необходимо вынуть, увеличить заплечики расплющиванием и снова забить в отверстие. Удлиненный вкладыш доводят до нужной длины, стачивая напильником: основание ножи вкладыша должно находиться на расстоянии около 0,1 мм от нижней плоскости матрицы.

Нельзя чистить отверстия матрицы, особенно формирующие щели, гвоздями, шилом и другими твердыми предметами.

При невозможности устранения дефектов каких-либо отверстий матрицы их надо забить со стороны входа теста: матрицу можно эксплуатировать, если в ней забито менее 10 % отверстий.

Расчет производительности матрицы. Производительность матрицы выражается количеством сырых изделий, выпрессовываемых через ее отверстия в единицу времени. Она зависит от скорости выпрессовывания и площади живого сечения матрицы.

Скорость выпрессовывания изделий зависит от вязкости теста, величины давления прессования и степени сопротивления отверстий матрицы, которое тем выше, чем больше высота формирующей щели и чем сильнее величина адгезии теста с ее поверхностью. При этом скорость выпрессовывания изделий крайне неравномерна по площади матрицы.

На рис. 24 приведены экспериментально полученные Ю. А. Калошиным эпюры скоростей выпрессовывания изделий через отверстия круглой матрицы на прессе ЛПЛ-2М при давлении прессования 7,2 МПа и влажности теста 28 %. Проведенные исследования показали, что резкое увеличение скорости выпрессовывания изделий из центральных отверстий матрицы является результатом действия закона течения вязкопластичного материала в канале круглого сечения, каким можно рассматривать предматричную камеру: давление потока теста имеет максимальное значение в центре и снижается к периферии. Увеличение же скорости выпрессовывания изделий через периферийные отверстия матрицы обусловлено различиями в температуре тестового потока: температура слоев теста у внутренней поверхности пресовой головки примерно на 5 °С выше температуры центральных слоев потока теста. Это связано с прилипанием теста к внутренней поверхности головки, с интенсивным трением пристенных слоев теста и переходом механической энергии трения в тепловую.

Площадь живого сечения матрицы. Площадь матрицы «в свету» зависит от формы и числа отверстий матрицы.

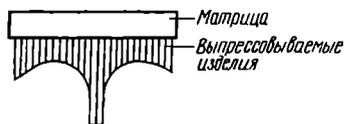


Рис. 24. Эпюра скоростей выпрессовывания изделий из круглой матрицы

Площадь живого сечения матрицы для трубчатых изделий (см²)

$$f_{\text{л}} = n(d_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2)\pi/4,$$

где n — число отверстий; $d_{\text{н}}$ — диаметр формирующего отверстия, см; $d_{\text{в}}$ — диаметр ножки вкладыша, см.

Площадь живого сечения матрицы для вермишели (см²)

$$f_{\text{в}} = nd^2\pi/4,$$

где d — диаметр формирующего отверстия, см.

Площадь живого сечения матрицы для лапши (см²)

$$f_{\text{л}} = nla,$$

где l — длина формирующей щели, см; a — ширина формирующей щели, см.

Для характеристики производительности матрицы используют показатель, называемый *коэффициентом живого сечения*, который обозначается k_f и определяется отношением площади живого сечения матрицы к полной ее рабочей площади, на которую давит тестовой поток:

$$k_f = f/F,$$

где f — площадь живого сечения матрицы, см²; F — площадь матрицы, см²

Часовая производительность матрицы по сырым изделиям (кг/ч)

$$Q_{\text{с}} = fv\gamma \cdot 0,0036,$$

где v — средняя скорость выпрессовывания, см/с; γ — удельная масса теста, кг/м³; в зависимости от температуры и влажности теста составляет от 1300 до 1430 кг/м³; 0,0036 — коэффициент перевода секунд в часы и сантиметров в метры.

Часовая производительность матрицы по сухим изделиям (кг/ч)

$$Q = Q_{\text{с}}(100 - W_{\text{с}})/(100 - W),$$

где $W_{\text{с}}$, W — влажность соответственно сырых и сухих изделий, %.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА МУКИ, ПАРАМЕТРОВ ЗАМЕСА И ПРЕССОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ТЕСТА И КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ

Уплотненное в шнековой камере пресса макаронное тесто перед формированием должно обладать следующими основными свойствами:

быть однородным по влажности и температуре, не иметь мучнистых включений — непромесов, затвердевших крошек и комочков подсохшего теста;

обладать достаточной пластичностью, текучестью, для того чтобы затраты энергии на его формование не достигали большой величины, а отформованные сырые изделия не рвались, не разламывались и не трескались при дальнейшей обработке — разделке;

в то же время тесто должно быть достаточно вязким, плотным, чтобы не прилипать к рабочим органам прессующих устройств и чтобы отформованные из него сырые изделия не спалились и сохраняли свою форму.

Все эти свойства определяются главным образом тремя основными факторами: качеством муки, параметрами замеса теста и его прессования. Подробно рассмотрим все эти факторы.

КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО КЛЕЙКОВИНЫ МУКИ

Как было упомянуто выше, клейковина является одним из главных структурообразующих компонентов макаронного теста, определяя его основные технологические свойства — пластичность, текучесть и вязкость. При этом оптимальное соотношение вязкопластичных свойств уплотненного теста и сырых макаронных изделий достигается при содержании сырой клейковины в исходной муке на уровне 28 % (см. рис. 9): снижение содержания клейковины ниже этого значения ведет к уменьшению как пластичности, так и вязкости (прочности) теста, увеличение — к повышению пластичности и снижению вязкости теста. Поэтому при прочих равных показателях качества муки и параметрах замеса выпрессовываемые сырые изделия имеют максимальную прочность при содержании сырой клейковины в исходной муке около 28 %. Однако следует отметить, что увеличение содержания клейковины вплоть до 40 % хотя и снижает прочность сырых изделий, но не в такой степени, чтобы это заметно сказывалось на их качестве. А с учетом того, что при этом уменьшается расход энергии на прессование более пластичного теста, повышаются пищевая ценность и вкусовые свойства готовых изделий, всегда желательно иметь муку с большим содержанием клейковины.

Отмеченный характер влияния количества клейковины на физические свойства уплотненного макаронного теста и сырых изделий связан главным образом с клеящими, связующими свойствами клейковины.

Микрофотография уплотненного теста, характерный вид которого представлен на рис. 25, показывает, что его структура представляет собой зерна крахмала, связанные в единую массу клейковинными пленками, иначе говоря, клейковинную матрицу

с заключенными внутри нее зернами крахмала. Как показывают теоретические расчеты, основанные на определении удельной поверхности крахмальных зерен пшеничной муки, для их полного соединения в единую массу необходимо 9...10 % сухой клейковины, т. е. именно около 28 % сырой клейковины. При увеличении содержания клеящего вещества толщина его пленок будет большей, масса будет становиться более текучей, расплывчатой, следовательно, легче будет поддаваться формованию, но обладать меньшей прочностью.



Рис. 25. Структура уплотненного макаронного теста и макаронных изделий

Естественно, нативная клейковина, отмытая из муки нормального качества, отличается от жидкого клея, обладая упругоэластичными свойствами. Однако при нагнетании уплотненного макаронного теста к матрице происходят интенсивное трение теста о лопасти шнека, постоянное смещение и внутреннее трение его слоев друг о друга, что приводит к разрыву белковых молекул и потере упругоэластичных свойств клейковины. В результате этого процесса, который называется *механической деструкцией*, клейковина становится губчатой, короткорвущейся. Именно в таком виде она участвует в формировании структуры макаронных изделий. Как показали наши опыты, в процессе механической деструкции клейковины в тесте при его прессовании на шнековом макаронном прессе снижение содержания глиадиновой фракции белка, т. е. компонента, в первую очередь определяющего клеящие свойства клейковины, составляет в среднем 20 %, тогда как снижение содержания глютелиновой фракции, определяющей упругоэластичные свойства клейковины и теста, — до 50 %.

С учетом указанных изменений свойств клейковины в процессе прессования макаронного теста определение ее качества в исходной муке, как и характеристика физических свойств теста методами, принятыми в хлебопечении, не позволяет судить о макаронных свойствах клейковины и теста, поскольку эти методы отражают в первую очередь упругоэластичные, а не связующие свойства клейковины и свойства теста, не прошедшего механическую обработку в процессе его уплотнения и формования. Хотя надо отметить, что если мука имеет дефектную сильнотянущуюся сырую клейковину, это можно считать показателем низких макаронных свойств муки, поскольку такой дефектный жидкий «клей» может послужить основой для формирования непрочной клейковинной матрицы, слабо удерживающей зерна крахмала в выпрессовываемых сырых изделиях.

Таким образом, определение физических свойств теста на

фаринографе, альвеографе, пенетрометре по методикам, принятым в хлебопечении, не может дать объективную оценку макаронным свойствам теста. С этой целью следует использовать либо модифицированные методики работы на этих приборах, либо специально разработанные, на которых мы остановимся в соответствующей главе.

Упругоэластические свойства клейковины и теста определяются формированием в тесте при замесе внутренних межмолекулярных связей, выполняющих роль своеобразных пружин. Среди этих связей особое значение имеют дисульфидные группы $-S-S-$, которые образуются при окислении сульфгидрильных групп $-SH$, содержащихся в аминокислоте цистеине. Вследствие этого для придания упругости и эластичности хлебному тесту стремятся интенсифицировать процесс образования дисульфидных групп, в частности, аэрацией теста или добавлением улучшителей окислительного действия. По аналогии с этим большое внимание уделяют процессу окисления сульфгидрильных групп и в макаронном тесте. Однако, на наш взгляд, дисульфидные группы не выполняют значительных функций в макаронном тесте и выпрессовываемых сырых изделиях, поскольку не влияют на связующие свойства клейковины. Об этом свидетельствует тот факт, что для производства макаронных изделий высокого качества на современных макаронных прессах замес теста производится под вакуумом. Естественно, при этом отсутствуют окисление сульфгидрильных групп и образование дисульфидных связей, что не сказывается на физических свойствах сырых изделий.

В то же время при использовании муки с дефектной клейковиной нельзя исключить возможность некоторого упрочения структуры клейковины и теста путем добавления улучшителей окислительного действия, например L-аскорбиновой кислоты. Профессор Л. Милатович рекомендует добавлять 200 мг L-аскорбиновой кислоты на 1 кг муки

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ МУКИ

Размер частиц муки (гранулометрический состав) оказывает существенное влияние на физические, структурно-механические свойства теста и сырых изделий. Чем меньше размер частиц муки, тем больше их удельная поверхность и, следовательно, водопоглотительная способность. Эксперименты, проведенные доктором И. Мансэром, показали, что для образования одинакового по консистенции теста из крупки с размером частиц 315...630 мкм требуется 49,5 % воды при замесе в течение 12 мин, а при использовании крупки с размером частиц 125...315 мкм (из того же зерна твердой пшеницы) — 56,8 % воды при меньшей продолжительности замеса. Поэтому при одинаковом количестве добавляемой при замесе теста воды порош-

кообразная мука будет давать более вязкое, менее текучее тесто, а крупитчатая мука — более пластичное, более текучее тесто. Вследствие этого для повышения пластичности макаронного теста из хлебопекарной муки при замесе следует добавлять большую долю воды, чем при использовании макаронной крупки. Если этого не делать, то очень вязкое тесто из хлебопекарной муки будет с трудом продавливаться через отверстия матрицы. В результате этого возрастает противодействие в шнековой камере и прессовой головке, интенсифицируются трение теста о лопасти шнека и трение внутренних слоев теста друг о друга, возрастает степень механической деструкции клейковины, снижается ее связующая способность, выпрессовываются непрочные, ломкие изделия.

Мы уже отмечали, что при прочих равных условиях оптимальное соотношение пластичности и прочности макаронного теста и выпрессовываемых сырых изделий достигается при размерах частиц исходной муки 200...350 мкм (см. рис. 11). При работе с хлебопекарной мукой, размер частиц которой обычно меньше 150 мкм, достичь этого оптимума вязкопластичных свойств теста можно, как мы установили, увеличением влажности теста. Но все же хлебопекарную муку нежелательно использовать для производства макаронных изделий: связующая способность ее клейковины меньше, чем связующая способность клейковины макаронной муки (в частности, из-за меньшей доли глиадиновой фракции белка — см. табл. 12); она дает больший распыл при транспортировании и образует своды в бункерах; при добавлении большего количества воды при замесе требуется более длительная сушка изделий.

С другой стороны, крупка с размером частиц до 500 мкм и более требует меньше воды при замесе теста по сравнению с мелкой крупкой с размером частиц 200...350 мкм и тем более с хлебопекарной мукой. Однако при современных кратковременных режимах обработки макаронного теста использование такой крупки может привести к ухудшению внешнего вида высушенных изделий, о чем мы говорили, рассматривая макаронные свойства муки.

Несколько худшее качество изделий из хлебопекарной муки компенсируется более низкой ценой, что в ряде случаев может быть экономически более выгодно в связи с расширением рынка их сбыта.

Вследствие рассмотренных различий в водопоглотительной способности муки разного гранулометрического состава и, как следствие, в свойствах теста для производства макаронных изделий всегда желательно иметь муку, как можно более выравненную по гранулометрическому составу. И совсем нецелесообразно смешивать порошкообразную муку с крупитчатой, в частности хлебопекарной и макаронной. Так поступают иногда для по-

вышения макаронных свойств хлебопекарной муки. Однако в этом случае следует говорить не об улучшении качества изделий из хлебопекарной муки, а об ухудшении качества изделий из крупки твердой пшеницы и о нерациональном использовании дефицитной макаронной муки.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАМЕСА

Как упоминалось выше, назначение стадии смешивания ингредиентов макаронного теста, условно называемой замесом теста, — получение крошковатой, мелкокомковатой сыпучей массы, равномерно увлажненной по всему объему. При этом для получения однотонного цвета изделий, без белых частиц непромеса, все частицы муки должны полностью пропитаться влагой (пастифицироваться), чтобы при дальнейшей доработке теста в шнековой камере пресса произошла полная их пастификация.

Вследствие этого продолжительность замеса макаронного теста определяется двумя факторами: достижением равномерного распределения воды по всей массе теста, образующегося в тестомесильном корыте, и скоростью проникновения влаги внутрь частиц муки.

Чем в более диспергированном, распыленном виде будет подаваться вода в месильное корыто, тем быстрее и более равномерно она распределится по всей тестовой массе. При подаче воды в корыто в виде одной струи она впитывается отдельными порциями муки, встречающимися струю, и затем требуется длительное и интенсивное вымешивание для перераспределения влаги по всему объему теста. К сожалению, именно таким способом подается вода в тестомесильное корыто распространенного на макаронных предприятиях пресса ЛПЛ-2М. Целесообразно же подавать воду в корыто в разбрызганном состоянии, т. е. в виде множества мелких струек, или в распыленном виде, как это предусмотрено в устройстве, запатентованном в Японии, схема которого изображена на рис. 26.

Устройство представляет собой камеру 5, в которую подают муку и воду. Мука распыляется через сопло 7, куда она нагнетается по трубопроводу 8 сжатым воздухом от воздуходувки 9. В трубопровод мука поступает из промежуточного бункера 11 через дозатор 10 с приводом 12. Вода необходимой температуры из бака-смесителя 4 подается насосом 3 по трубопроводу 2 к соплу 1, через которое она в виде мельчайших капелек распыляется в камере на встречу частицам муки. Конструкция сопел позволяет регулировать количество и скорость распыления через них муки и воды в соответствии с заданными параметрами. Равномерно и быстро увлажненные частицы муки падают на ленту транспортера 6, который подает их на окончательное вымешивание в корыто тестосмесителя.

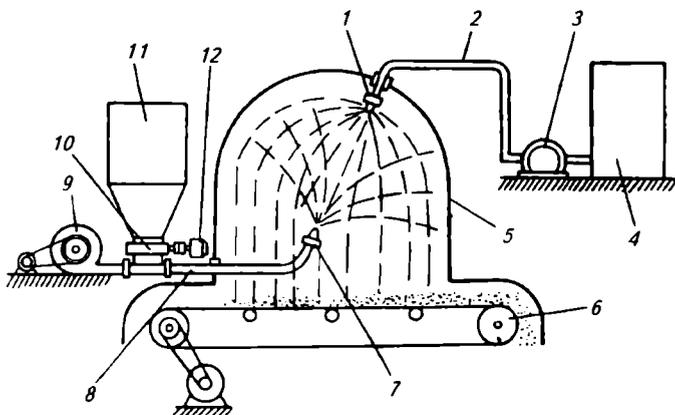


Рис. 26. Устройство для предварительного увлажнения муки перед замесом теста

Другой эффективный способ ускорения равномерного распределения влаги в макаронном тесте — интенсификация смешивания муки и воды. Для этого в многокорытных прессах тестомесильный вал первого корыта вращается с большей частотой, чем валы последующих корыт, а в современных прессах фирмы «Паван» муку и воду предварительно смешивают в центробежном мукоувлажнителе «Турбоспрей». Это устройство представляет собой прозрачный цилиндр небольших размеров, внутри которого вращается вал с частотой около 3000 мин^{-1} . На валу по винтовой линии закреплены лопасти в виде штырей. В цилиндр подсасываются мука и вода в заданном соотношении. Частицы муки быстро и равномерно увлажняются и поступают в корыто тестомесителя.

Интенсивность пропитывания частиц муки влагой определяется в первую очередь размерами частиц муки. Естественно, более крупные частицы требуют более длительного вымешивания. Кроме того, при одинаковом размере частиц влага будет медленнее проникать в частицы продуктов помола твердой пшеницы, чем в менее плотные частицы продуктов помола мягкой пшеницы.

При старом, периодическом способе производства макаронных изделий (см. рис. 1) подготовка теста к прессованию длилась около часа. В этом случае было оправдано использование крупки с размерами частиц до 500 мкм и более, которые за такой длительный период приготовления теста полностью пропитывались влагой и пастифицировались.

В связи с переходом на непрерывный способ замеса и прессо-

вания теста на шнековых прессах, на которых длительность обработки не превышает 20 мин, потребовалось использование крупки более тонкого помола, с размером частиц не более 350 мкм. Более крупные частицы крупки, среди которых может быть достаточно большое количество белых крупинок, полученных размолом примеси мучнистой пшеницы, не успевают полностью пропитаться влагой и, сохраняя свою индивидуальность, просматриваются на поверхности сухих макаронных изделий в виде белых точек. Особенно часто такой дефект наблюдается при работе с крупкой на однокорытных прессах ЛПЛ-2М, в которых длительность замеса не превышает 9...10 мин. Поэтому на однокорытных прессах непрерывного действия более целесообразно вырабатывать макаронные изделия из муки тонкого помола, в частности из хлебопекарной муки. Правда, следует заметить, что при использовании матриц без тефлоновых вставок шероховатая поверхность изделий будет скрывать следы непромесов, а если отформованные изделия сушат при жестких режимах, то на фоне микротрещин и воздушных пузырьков непромешанные частицы не будут выделяться на поверхности готовых изделий.

Таким образом, для производства макаронных изделий с однотонным цветом без следов непромесов при наличии крупки с размером частиц до 350 мкм и тем более до 500 мкм необходимо использовать многокорытные прессы, продолжительность замеса теста в которых составляет 16...20 мин. При работе на прессах с продолжительностью замеса 8...10 мин целесообразно использовать муку с размерами частиц не более 200...250 мкм (полукрупку или хлебопекарную муку).

Исходя из этих рассуждений, следует устанавливать продолжительность замеса теста на мини-прессах, которые снабжены месилками периодического действия.

Кроме рассмотренных факторов продолжительность и интенсивность замеса макаронного теста оказывают определенное влияние на структурно-механические свойства формуемых сырых макаронных изделий.

Н. И. Назаров, Н. Н. Шебершнева и Г. К. Бергман установили следующую эмпирическую зависимость предела прочности σ (кПа) и пластичности δ (%) сырых изделий от влажности теста W (%), частоты вращения месильного вала n (мин⁻¹) и продолжительности замеса теста τ (мин):

$$\sigma = 4347,9 - 122,26W - 0,6731\delta - 1,7243\tau + 0,5225n.$$

На рис. 27 приведена полученная теми же исследователями зависимость прочности и пластичности выпрессовываемых изделий от продолжительности вымешивания теста.

При определении реологических характеристик тесто замешивают

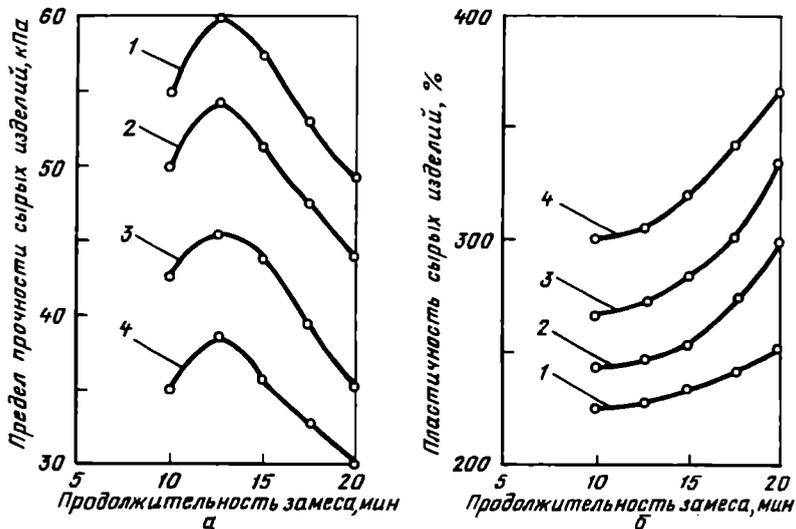


Рис. 27. Зависимость предела прочности (а) и пластичности (б) сырых макаронных изделий от продолжительности замеса теста влажностью:
 1 — 30 %; 2 — 30,5 %; 3 — 31 %; 4 — 31,5 %

вали при частоте вращения рабочего вала тестомесильного ко-
 рыта 115 мин^{-1} при разных значениях влажности теста.

Прочность сырых изделий возрастает с увеличением продол-
 жительности замеса, достигая своего максимального значения, а
 затем начинает снижаться. Пластичность изделий при этом все
 время увеличивается. Подобная зависимость сохраняется для лю-
 бого значения влажности теста. Однако при меньших значениях
 влажности прочностные свойства сырых изделий выше. Зависи-
 мость пластических свойств изделий от влажности иная: чем
 ниже влажность, тем менее пластичны изделия, и наоборот, — с
 увеличением влажности пластичность возрастает.

В результате проведенных опытов замеса теста при частоте
 вращения месильного вала 90, 115, 140 и 180 мин^{-1} была найде-
 на максимально допустимая продолжительность замеса теста,
 при которой формуемое тесто достигает оптимальных физичес-
 ких свойств.

Частота вращения
 месильного вала, мин^{-1}

90
 115
 140
 180

Продолжительность замеса, мин

18
 13
 11
 9

Этими же опытами установлено, что наиболее эффективным является двухстадийный замес: на первой стадии интенсивное перемешивание теста, на второй — перемешивание при пониженной частоте вращения месильного вала. На основании полученных данных был рекомендован следующий режим замеса теста:

I стадия — частота вращения вала 140 мин^{-1} , продолжительность замеса 11 мин;

II стадия — частота вращения вала 40 мин^{-1} , продолжительность замеса 5 мин.

Для выполнения этого режима следует иметь, по крайней мере, двухкорытный тестосмеситель.

Вследствие непродолжительности замеса макаронного теста и относительно низкой доли влаги в нем биохимические процессы на этой стадии находятся в начальном состоянии и не оказывают практического влияния на свойства теста и отформованных сырых изделий. Основная фаза биохимических процессов протекает во время сушки изделий при использовании низкотемпературных режимов сушки. Однако параметры замеса (влажность и температура теста) и использование вакуумирования могут в достаточной степени отразиться на глубине протекания биохимических процессов в изделиях во время последующей сушки.

В то же время в тесте, налипшем на вал и стенки тестомесильного корыта, которое долгое время остается без движения, могут протекать значительные по глубине микробиологические процессы. Это может привести к закисанию теста, вследствие чего необходимо периодически, через 1—2 ч работы пресса, счищать налипшее на вал, лопатки и стенки корыта тесто.

ВЛАЖНОСТЬ ТЕСТА

Влажность макаронного теста — один из двух главных параметров (наряду с температурой теста), которые технолог может менять в определенных пределах, оказывая влияние на физические свойства теста, сырых изделий и качество продукции. В самом деле, при поступлении на предприятие определенной партии муки возможности технолога влиять на ее макаронные свойства весьма ограничены: нет возможности изменить гранулометрический состав муки, нельзя увеличить влажность муки и изменить свойства клейковины (без добавления сухой клейковины хорошего качества, которую не выпускают в нашей стране, или без подмешивания дефицитной муки с высоким содержанием клейковины, что, с другой стороны, будет ухудшать ее макаронные свойства). Еще в большей степени ограничены возможности технолога в условиях непрерывного процесса замеса и прессования теста на шнековом прессе определенной марки: нельзя из-

менить продолжительность и интенсивность замеса теста, технические параметры шнека и матрицы.

В то же время увеличение влажности теста приводит к увеличению толщины соляватных оболочек, окружающих частицы муки в уплотненном тесте, а значит, к снижению когезионной прочности теста. Вследствие этого с увеличением влажности снижаются вязкость теста и прочность сырых изделий, увеличивается их пластичность.

Таким образом, для приготовления теста из порошкообразной муки с реологическими свойствами, т. е. с соотношением пластичности и вязкости, идентичными свойствам теста из крупчатой муки, можно повысить влажность теста при замесе в пределах 1...2 %. Иными словами, при переводе работы пресса с крупки твердой пшеницы на хлебопекарную муку для поддержания режима формования изделий на прежнем уровне необходимо увеличить количество воды, подаваемой в корыто пресса для замеса теста. Естественно, это относится к тому случаю, когда содержание влаги и клейковины в хлебопекарной муке примерно такое же, как в крупке. Уменьшение же клейковины приводит к снижению пластичности теста и выпрессовываемых сырых изделий (см. рис. 9) и требует дополнительного увеличения влаги в тесте.

С повышением влажности теста увеличиваются пластичность, текучесть теста и облегчается процесс его выпрессовывания через матрицы. Это приводит (как показывают соответствующие кривые на рис. 28) к снижению давления прессования и к увеличению скорости выпрессовывания, т. е. к повышению производительности пресса. Однако если при работе на поршневых прессах такая зависимость наблюдалась при повышении влажности теста до 34 % и выше (на рис. 28 эти кривые показаны пунктиром), то для шнековых прессов скорость выпрессовывания сырых изделий увеличивается только до повышения влажности теста примерно до 32 %. Дальнейшее повышение влажности при замесе теста приводит к образованию крупных комков, плохо проходящих сквозь входное отверстие шнековой камеры. Поэтому, хотя пластичность теста и повышается, плохое питание им шнековой камеры ведет к резкому падению давления прессования и, как следст-

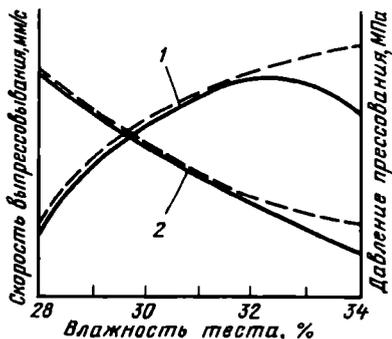


Рис. 28. Характер изменения скорости выпрессовывания (1) и давления прессования (2) макаронного теста в зависимости от его влажности

вие, к снижению скорости выпрессовывания (сплошная кривая на рис. 28). Таким образом, с точки зрения экономичности работы шнекового пресса оптимальная влажность теста 32 %. Но при этом надо учитывать и другие факторы: гранулометрический состав, содержание клейковины в исходной муке (о чем мы уже говорили), а также способы разделки и сушки изделий (на чем мы остановимся ниже). Наконец, надо еще раз отметить, что влажность теста влияет на степень шероховатости поверхности изделий при использовании матриц без тефлоновых вставок (см. рис. 23), что также связано с влиянием влажности теста на величину давления прессования.

Рассматривая зависимость влажности теста от величины давления прессования, следует иметь в виду, что уменьшение влажности теста приводит к увеличению давления прессования и, казалось бы, к увеличению скорости выпрессовывания изделий. Однако при этом в еще большей степени увеличивается вязкость теста и снижается его текучесть. Как показывают кривые на рис. 28 в области влажности теста до 32...33 %, хотя более крутое тесто и приводит к увеличению давления, при этом в большей степени снижается скорость выпрессовывания изделий из матрицы. Следовательно, при конкретных условиях формования теста оптимальные соотношения скорости выпрессовывания сырых изделий и величины давления прессования следует находить эмпирическим путем: с одной стороны, необходимо поддерживать давление на достаточно высоком уровне, чтобы обеспечить достаточную прочность выпрессовываемых изделий, с другой стороны, величина давления не должна превышать определенного предела, установленного для конкретного пресса, во избежание его поломки.

Наконец, следует отметить, что на шнековых прессах встречается явление, когда снижение влажности теста практически не увеличивает величины давления прессования, но приводит к снижению скорости выпрессовывания сырых изделий. Это явление наблюдается при работе на изношенных шнеках с матрицами, имеющими низкую пропускную способность (коэффициент живого сечения 0,05...0,1 ед.). В этом случае резко возрастает противодвижение теста в зазоре между шнеком и стенкой камеры, вследствие чего снижается подача высоковязкого, низкотекучего теста к матрице.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕСТА

Вторым важным технологическим параметром, которым может оперировать технолог в процессе замеса теста, является температура теста.

В условиях старой технологии прессования макаронного теста на поршневых прессах, когда тесто не испытывало относитель-

ного смещения внутренних слоев вплоть до его выпрессовывания через отверстия матрицы (*ламинарный* характер движения теста), скорость выпрессовывания и давление прессования зависели следующим образом от температуры теста. При увеличении температуры приблизительно до 60 °С скорость выпрессовывания увеличивалась, а давление прессования снижалось (пунктирные линии на рис. 29). Это связано с увеличением пластичных и снижением вязкостных свойств теста вследствие ослабления межмолекулярных связей в структуре теста при повышении его температуры. Однако дальнейшее увеличение температуры теста приводило к резкому увеличению давления на матрицу и резкому падению скорости выпрессовывания изделий. Такой характер изменения текучести теста при ламинарном движении объясняется тем, что при температурах выше 60 °С происходит денатурация клейковины, «запечатывание» связанных ею крахмальных зерен (см. рис. 25), которые, в свою очередь, набухают в результате повышения температуры и уплотняют фиксирующуюся белковую матрицу. В результате этого процесса, который называется *завариванием* теста, оно становится плотным и с трудом поддается формованию. Исходя из сказанного, оптимальной температурой теста при его формовании на поршневых прессах являлась температура 55 °С.

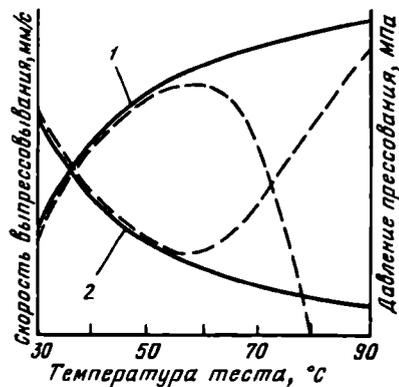


Рис. 29. Характер изменения скорости выпрессовывания (1) и давления прессования (2) макаронного теста в зависимости от его температуры

При прессовании теста на шнековых макаронных прессах рассматриваемые зависимости имеют иной характер.

При нагнетании уплотненного теста к матрице в шнековой камере внутренние слои теста испытывают постоянные деформации сдвига, смещения слоев. Наблюдается *турбулентный* характер движения теста. При увеличении температуры выше 60 °С структура теста не фиксируется: денатурирующаяся клейковина, находящаяся в постоянном смещении, не может сформировать устойчивую структурную решетку вплоть до продавливания теста через отверстия матрицы. Набухающие же зерна крахмала увеличивают свою пластичность, повышая текучесть теста. В результате этого при формовании теста на шнековых прессах увеличение температуры приводит к постоянному росту скорости выпрессовывания изделий и снижению давления прессования в исследо-

ванном нами интервале температур вплоть до 90 °С (сплошные кривые на рис. 29).

Однако из этого не следует, что температуру теста можно увеличивать до 90 °С, так как тепловая денатурация клейковины приводит к потере ею связующих свойств (см. рис. 10), к снижению прочности структуры изделий, формирующейся в каналах матрицы, и, следовательно, к увеличению потери сухих веществ во время варки изделий. Поэтому оптимальной температурой теста перед матрицей следует считать температуру 55...60 °С, хотя для увеличения производительности пресса (в первую очередь при использовании матриц с низкой пропускной способностью) без заметного снижения качества изделий можно применять высокотемпературный режим замеса, при котором температура теста перед матрицей составляет около 65 °С.

На высокотемпературных режимах замеса, а также формования теста мы подробно остановимся ниже. Здесь лишь отметим, что увеличивать температуру теста перед матрицей выше 50...55 °С следует только внешним подводом теплоты к тесту и ни в коем случае не разогревом теста в результате интенсивного трения его о лопасти шнека и внутреннего трения слоев. Последний случай является показателем чрезмерного «перетирания» теста в шнековой камере, приводящего к глубокой механотермической деструкции клейковины и потере ею связующих свойств в еще большей степени, чем в результате только термической деструкции при таких же температурах.

ВАКУУМИРОВАНИЕ ТЕСТА

Вакуумирование макаронного теста стали впервые использовать с внедрением шнековых прессов. Это было связано с тем, что по сравнению с формованием теста на поршневых гидравлических прессах, где давление прессования достигало 15 МПа и более, переход на формование теста на шнековых прессах первых моделей, где давление не превышало 6 МПа, сопровождался снижением плотности и прочности макаронных изделий.

При формовании теста, прошедшего вакуумную обработку, т. е. из которого удалены пузырьки воздуха, повышается прочность сырых изделий в среднем на 40 % и прочность сухих изделий в среднем на 20 %.

В прессах первых конструкций вакуумирование теста осуществлялось в шнековой камере. Такая же система используется в прессах ЛПЛ-2М (рис. 30). На валу шнека примерно в центральной его части установлена кольцевая шайба 1, перед которой тесто уплотняется и в таком виде продавливается через перепускной канал 3. В канале создается вакуум путем отсоса воздуха вакуум-насосом через отверстие 2. Эффективность такой системы невелика из-за скоротечности прохождения тестом вакуумно-

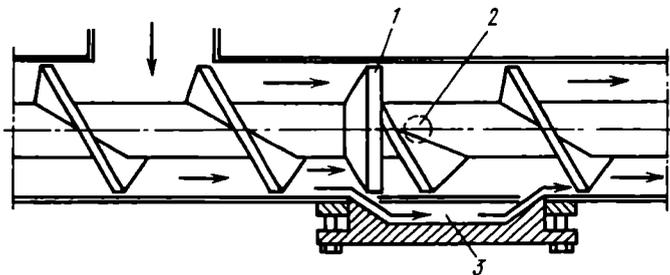


Рис. 30. Схема устройства для вакуумирования теста в шнековой камере прессы ЛПЛ1-2М

го канала и трудности отсоса воздуха из уплотненной массы теста. Вследствие этого с конца 50-х годов фирма «Брайбанги» стала выпускать прессы, в которых вакуумирование теста проводят в отдельном корыте перед поступлением крошковатой массы в шнековую камеру. Отсос воздуха из такой массы весьма эффективен и захватывает весь объем теста.

Применение вакуумирования теста с последующим формованием его через матрицы с тефлоновыми вставками кроме упрочения структуры изделий приводит к получению более насыщенного желтого цвета изделий (естественно, при использовании продуктов помола твердой пшеницы или при добавлении к хлебопекарной пшенице, например, витамина В₂). Это было увязано с процессом окисления каротиноидных пигментов при участии фермента липоксигеназы, который действует только в присутствии кислорода воздуха. Для полного исключения окисления пигментов на всем протяжении замеса макаронного теста фирма «Паван» оснастила свои прессы тестосмесителем, в котором смешивание муки и воды с самого начала осуществляется под вакуумом. Несколько позже подобную систему тестосмесителя стали использовать и в прессах французской фирмы «Бассано».

Однако следует напомнить, что уже с первых минут замеса теста образуются связанные и прочносвязанные комплексы жиров с белками, которые предохраняют каротиноиды от разрушения даже при наличии кислорода. Поэтому улучшение цвета изделий при вакуумировании теста связано не с предотвращением окисления каротиноидных пигментов, а с двумя другими процессами. Во-первых, при гладкой поверхности изделий отсутствие воздушных пузырьков во внутренних слоях изделий вакуумированного теста повышает их прозрачность: лучи света проникают на большую глубину изделий, и большее количество молекул пигментов участвует в избирательном поглощении, поэтому глаз человека воспринимает цвет таких изделий более насыщенно-желтым. Во-вторых, при отсутствии кислорода воз-

духа во время замеса теста отсутствует процесс потемнения теста, связанный с активностью фермента полифенолоксидазы, а также замедляется его протекание при сушке изделий: снижение доли темного компонента цвета изделий увеличивает долю желтого компонента.

При отсутствии вакуумирования теста на шнековых макаронных прессах зачастую выпрессовываются белесые макаронные изделия даже при использовании муки из твердой пшеницы или яичных добавок. Долгое время одни специалисты полагали, что в основе этого явления лежит процесс разрушения каротиноидных пигментов в результате перегрева теста при интенсивном его перетирании в шнековой камере пресса, другие — считали, что это явление — следствие механической денатурации клейковины, плохо удерживания ею зерен крахмала, которые, выступая на поверхность изделий, придают им белый цвет.

Однако наши исследования показали, что белесый цвет макаронных изделий обусловлен исключительно физическим процессом насыщения теста множеством мельчайших пузырьков воздуха при его интенсивном перетирании в шнековой камере, иными словами, является следствием своеобразного взбивания теста в шнековой камере и получения пенообразной структуры. В результате этого цвет изделий становится белым даже при наличии значительного количества каротиноидных пигментов. При прессовании крутого макаронного теста возрастает интенсивность его перетирания, в результате чего оставшийся в тесте воздух превращается в микропузырьки, распределенные по всему объему теста. В результате перетирания тесто разогревается, повышается его пластичность, снижается давление прессования, величина которого становится недостаточной для выдавливания пузырьков воздуха из формируемого теста.

Устранить выпрессовывание белесых изделий на шнековых прессах без вакуумирования теста или с неэффективной системой вакуумирования можно двумя способами. Первый — повышением давления прессования, что будет способствовать более полному выдавливанию воздуха из теста при его уплотнении в шнековой камере. Охладив тесто путем подачи холодной воды в рубашку шнекового цилиндра и повысив таким образом давление прессования, можно добиться желаемого результата. Однако при охлаждении теста увеличивается его вязкость, а значит, возрастает интенсивность его перетирания — растет расход энергии на прессование, снижается скорость выпрессовывания, а белесый цвет не всегда исчезает. Более эффективным является другой способ. Для этого повышают пластичность теста, в частности, увеличивают влажность или повышают температуру, но только не за счет перетирания теста, а путем предварительного нагревания его перед поступлением на прессование, на чем мы

подробнее остановимся ниже при изучении высокотемпературных режимов замеса.

Наличие пузырьков воздуха в изделиях из невакуумированного теста является причиной еще одного дефекта внешнего вида изделий, который возникает в начальной стадии сушки при температуре выше 60...65 °С. Пузырьки воздуха расширяются внутри еще пластичных изделий и затем появляются на поверхности сухих изделий в виде множества светлых точек, особенно ухудшающих вид изделий с гладкой поверхностью. Поэтому нельзя использовать высокотемпературные режимы в самом начале сушки невакуумированных изделий.

Исследования, проведенные Н. И. Назаровым и Л. Ф. Глушенко, показали, что в процессе приготовления макаронного теста фигурируют три вида поглощения воздуха: механическое — во время перемешивания муки и воды, адсорбционное связывание воздуха внешней поверхностью частиц муки и абсорбционное — поверхностью их капилляров и, наконец, растворение воздуха в жидкой дисперсионной среде — клейковине.

Количество адсорбированного воздуха пропорционально поверхности частиц и обусловлено взаимодействием Ван-дер-Ваальсовых сил. Удельная поверхность мучных продуктов зависит от крупноты частиц. По данным Г. Ф. Глушенко, полученным на приборе ПСХ-4 на основании расчета соотношения между дисперсностью частиц муки, пористостью слоя и его воздухопроницаемостью, удельная поверхность крупки из твердой пшеницы составляет в среднем 1325 см²/г, полукрупки — 1950 см²/г и хлебопеканной муки — 3245 см²/г при среднем размере частиц соответственно 322, 218 и 131 мкм.

Разработанный теми же исследователями прибор позволил определить содержание воздуха в тесте, сырых и сухих изделиях.

Степень насыщения теста и изделий воздухом оценивалась показателем воздухосодержания k_B (%).

$$k_B = 0,7(V_B/V_n)100,$$

где 0,7 — переводной коэффициент; V_B — объем воздуха в пробе, мл; V_n — объем пробы перед испытанием, мл.

На лабораторном макаронном прессе и реконструированном производственном прессе ЛПЛ-2М был исследован процесс вакуумной обработки теста при замесе. Каждый пресс имел два тестомесильных корыта. В первом предварительно интенсивно смешивались мука и вода, во втором — завершался замес теста под вакуумом. В обоих прессах тесто поступало из первого во второе корыто через вакуумный затвор.

В выпрессовываемых сырых изделиях определяли содержание воздуха.

На рис. 31 приведены кривые деаэрации, из которых следует,

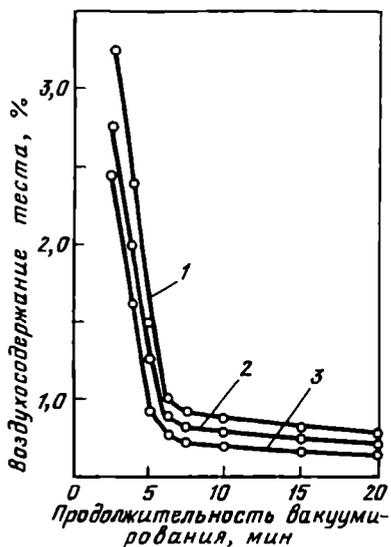


Рис. 31. Изменение содержания воздуха в тесте из хлебопекарной муки (1), полукрупки (2) и крупки (3) в зависимости от продолжительности вакуумирования при остаточном давлении 10 кПа

что наиболее интенсивная деаэрация теста наблюдается в первые 7 мин вакуумирования, затем при увеличении его длительности до 20 мин заметного изменения воздухоносодержания теста не наблюдается. Кривые также показывают, что процесс деаэрации теста протекает в три периода.

В первый период (примерно 5...7 мин), характеризующийся постоянной скоростью деаэрации

из теста удаляется механически захваченный воздух, который находится в тесте в виде замкнутых пузырьков. Во второй период, отличающийся убывающей скоростью деаэрации, отсасывается сорбционно связанный воздух. В третий период удаляется воздух из растворов, которые, как мы говорили, имеют в тесте коллоидную природу.

Характер кинетики деаэрации аналогичен для любого макаронного теста. Однако абсолютное значение коэффициента воздухоносодержания зависит от типа исходной муки. Так, при степени разреза 10 кПа коэффициент воздухоносодержания теста из крупки был на 40 % меньше, чем у теста из хлебопекарной муки. Это связано с различной степенью дисперсности твердой фазы тестовой массы: в тесте из порошкообразной муки размер пузырьков механически захваченного воздуха меньше, в нем более развита сорбирующая поверхность частиц муки и их микрокапилляров. Поэтому деаэрировать такое тесто труднее.

Опытным путем было выявлено, что температура и влажность макаронного теста в используемых на практике диапазонах их изменения не оказывают существенного влияния на количество воздуха, поглощаемого тестом. В то же время давление прессования существенно влияет на интенсивность деаэрации. Независимо от вида исходного сырья величина давления оказывает влияние на величину остаточного содержания воздуха в макаронных изделиях. Зависимость носит линейный и обратный характер — большему давлению соответствует меньший коэффициент воздухоносодержания.

Проведенное указанными авторами исследование показало

также, что остаточное содержание воздуха в изделиях, отформованных из теста, вакуумированного в шнековой камере прессы ЛПЛ-2М, более чем в два раза выше, чем в изделиях из теста, вакуумированного в процессе замеса. С учетом того факта, что при продавливании теста через перепускной канал (см. рис. 30) происходит дополнительная механическая деструкция клейковины и снижается подача теста к матрице (уменьшается давление прессования), целесообразность использования системы вакуумирования прессы ЛПЛ-2М вызывает большое сомнение. Об этом свидетельствуют также опыты эксплуатации прессов ЛПЛ-2М с отключением вакуум-насосов и со шнеками, на которых спилены кольцевые шайбы: это позволяет повысить производительность прессы без снижения качества изделий.

На основании результатов вышепредставленного исследования оптимальным определен режим вакуумирования макаронного теста на стадии его замеса при остаточном давлении 10...40 кПа и длительности вакуумирования 5...7 мин. При таком режиме коэффициент воздухосодержания макаронных изделий достигает следующих значений: для изделий из крупки — 0,8 %, полукрупки — 0,9, хлебопекарной муки — 1 %.

Однако, чтобы предотвратить начало процесса потемнения теста во время замеса, лучшей системой вакуумирования макаронного теста следует считать систему прессов «Паван», где процесс приготовления теста на всем протяжении осуществляется под разрежением.

ВНЕСЕНИЕ ДОБАВОК

Доза внесения наиболее распространенных в макаронном производстве белковых обогатителей и овощных добавок с целью повышения пищевой ценности, вкусовых свойств или изменения цвета изделий обычно не превышает 5 % массы муки (в расчете на сухое вещество добавок). Естественно, при этом снижается относительная доля сырой клейковины в тесте. Но при такой дозировке и при наличии в исходной муке не менее 28...30 % сырой клейковины такое снижение почти не отражается на прочности структуры теста и изделий, а следовательно, и на варочных свойствах изделий: клейковины достаточно для полного связывания зерен крахмала и сухих веществ добавок.

Однако следует заметить, что при добавлении яичных обогатителей, содержащих желток, следовательно, и жир, уменьшается текучесть теста, в результате чего производительность прессы снижается в среднем на 5 %.

Несколько большая доза предусмотрена технологическими инструкциями для молочных продуктов: 8 % для сухого молока и 24 % для нежирного творога (см. табл. 23). Такая доза приводит уже к заметному ослаблению структуры макаронных изде-

лий, что сказывается на увеличении потери сухих веществ при варке изделий.

Для сохранения преимуществ введения в макаронные изделия молочных добавок, связанных с увеличением их пищевой ценности с одновременным повышением качества изделий в сваренном виде, автором с сотрудниками было предложено использовать в качестве кисломолочного продукта кефир.

Кефир позволяет не только повысить биологическую ценность макаронных изделий, но и улучшить их варочные свойства благодаря тому, что в процессе варки изделий происходит коагуляция молочного белка (створаживание), способствующая подобно клейковине фиксированию структуры изделий. Это наглядно иллюстрирует график 32.

Добавление кефира хотя и увеличивает потери сухих веществ при варке вермишели по сравнению с вермишелью, изготовленной без добавок, однако в меньшей степени, чем добавление традиционно предусмотренных молочных добавок — сухого молока и тем более творога. Это обусловлено тем, что белки сухого молока и творога не обладают связующими свойствами, поскольку в первом случае они не створаживаются при варке изделий, а во втором — вносятся в изделия уже в створоженном состоянии. Белок же кефира, створаживаясь при варке изделий, в определенной степени, хотя и в меньшей, чем клейковина, закрепляет зерна крахмала в структуре изделий. Однако для предотвращения створаживания белка кефира до формирования теста, т. е. до формирования структуры изделий, температура теста при замесе и прессовании не должна превышать 45 °С.

Кроме улучшения варочных свойств молочных макаронных изделий добавление кефира, повышая кислую реакцию теста, снижает активность полифенолоксидазы и частично предотвращает потемнение изделий в процессе их дальнейшей сушки.

Наконец, при внесении кефира в муку в количестве 30...35 % не нужна вода для замеса теста, так как влаги, содержащейся в кефире, достаточно для приготовления теста нормальной консистенции с влажностью 30...32 %.

При внесении в тесто тех или иных добавок, в первую очередь не содержащих связующий белок (в частности, витамины, овощные продукты), надо иметь в виду, что при варке изготовленных из этого теста

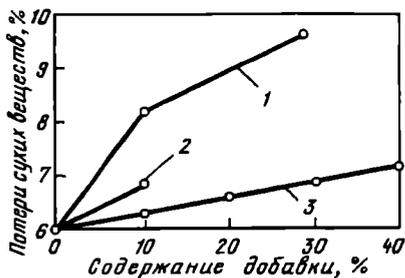


Рис. 32. Влияние молочных продуктов на потерю сухих веществ при варке вермишели из полукрупки:

1 — творог; 2 — сухое молоко; 3 — кефир

изделий в варочную воду переходит от 20 до 50 % внесенных добавок. Поэтому такие добавки целесообразно вносить в короткорезанные изделия, предназначенные для приготовления супов, т. е. без слива варочной жидкости.

В последние годы с целью экономии ресурсов пшеницы получило распространение производство макаронных изделий с добавлением до 10...15 % крахмала и муки других злаковых, а также клубневых и бобовых культур. При подмешивании кукурузной муки к хлебопекарной муке высшего сорта изделия приобретают желтый оттенок; при добавлении рисовой муки или кукурузного крахмала к низким сортам пшеничной муки (полукрупке или муке I и II сортов) получаются изделия более светлых оттенков. При этом для приготовления изделий однотонного цвета желательны, чтобы размер частиц добавляемых крахмалсодержащих продуктов по возможности совпадал с размером частиц пшеничной муки или был меньше последних, а для предотвращения чрезмерного ослабления структуры изделий необходимо использовать пшеничную муку с содержанием сырой клейковины не менее 30...32 %.

Для укрепления структуры макаронных изделий с крахмалсодержащими добавками ряд специалистов рекомендуют проводить предварительную клейстеризацию или желатинирование этих добавок, в результате чего крахмал приобретает клеящие, связующие свойства. В первом случае путем варки и высушивания водной суспензии получают набухающий крахмал, во втором случае путем горячей экструзии увлажненного крахмалсодержащего сырья получают экструзионный крахмал. Однако в результате наших исследований было выявлено, что добавление крахмала в таком виде снижает прочность структуры макаронных изделий в большей степени, чем добавление тех же доз того же крахмала в нативном состоянии, т. е. не подвергнувшегося термическому воздействию. Потери сухих веществ при варке изделий с модифицированным крахмалом были в среднем на 20 % выше, чем потери сухих веществ при варке изделий с нативным крахмалом. Объяснение этому явлению дают результаты наших анализов изменения когезионной прочности гидратированных веществ: клейковины, клейстеризованного рисового крахмала и их смеси в соотношении 1:1 (рис. 33).

Прочность когезии клейковины крахмала и их смеси сразу после увлажнения до влажности 40 % примерно равна и увеличивается в течение 15-минутной отлежки. Следовательно, замена части клейковины набухающим крахмалом не приводит к значительному снижению прочности структуры теста и сырых макаронных изделий. Однако во время варки клейковины и набухающего крахмала происходит некоторое снижение прочности когезии денатурированной клейковины (примерно на 18 %) и резкое снижение прочности крахмала (примерно на 52 %), структура

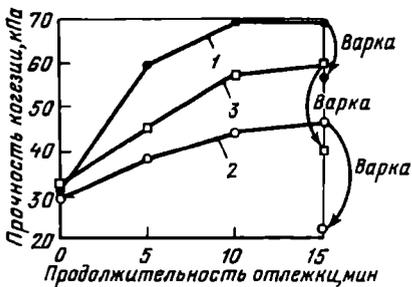


Рис. 33. Изменение когезионной прочности сырой клейковины (1), клейстеризованного крахмала (2) и их смеси (3) до и после варки

доля клейковины в первом варианте, но при варке ее связующие свойства резко уменьшаются: внедренный в клейковину клейстеризованный крахмал ослабляет прочность белкового каркаса в сваренных изделиях, что приводит к значительным потерям сухих веществ.

Таким образом, добавление к пшеничной муке крахмалосодержащих продуктов в клейстеризованном или желатинированном виде менее желательно, чем в нативном состоянии. При добавлении продуктов в клейстеризованном виде не только в большей степени ухудшаются варочные свойства изделий, но и требуется предварительная специальная обработка крахмала, что осложняет процесс производства и повышает стоимость продукции.

ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ ВЫПРЕССОВЫВАЕМЫХ СЫРЫХ ИЗДЕЛИЙ

Контроль за качеством выпрессовываемых сырых изделий (полуфабриката) заключается главным образом в оценке их внешнего вида.

Сырые макаронные изделия хорошего качества должны иметь гладкую ровную поверхность без следов непромеса, надрывов, заусенцев, бугристости и т. п.; однотонный матово-желтый, кремовый или беловато-желтый цвет без белесых полос; хорошую упругость и некоторую эластичность; сохранять приданную им форму, не мяться, не слипаться между собой. Длинные изделия должны выдерживать, не обрываясь и вытягиваясь, собственную массу нити длиной до 1,5...2 м. При легком сжатии трубчатых изделий пальцами до соприкосновения внутренних поверхностей трубки она не должна слипаться или трескаться в месте сжатия.

В табл. 24 приведены наиболее часто встречающиеся дефекты выпрессовываемых сырых изделий, возможные причины возникновения и способы их устранения.

которого в процессе варки не фиксируется в отличие от клейковины, а распадается.

При внесении в тесто нативного крахмала (в виде зерен), несмотря на то, что содержание клейковины в тесте снижается, ее связующие свойства остаются без изменения, а после варки снижаются незначительно. Клейстеризованный же крахмал в тесте образует с клейковиной гомогенную однородную гелеобразную связующую массу. Доля этой связующей массы больше, чем

Возможные дефекты сырых изделий и способы их устранения

Виды дефектов	Вероятные причины	Мероприятия по устранению дефектов
Сильная шероховатость поверхности всех выпрессовываемых изделий (при использовании матрицы без тефлоновых вставок)	Тесто малопластичное (очень крутое)	Увеличить температуру воды для замеса; увеличить на 1...2 % влажность теста
Шероховатая поверхность части выпрессовываемых изделий (при использовании матриц с тефлоновыми вставками)	Плохая обработка формирующих щелей матрицы	Сменить матрицу
Продольный разрыв выпрессовываемых трубчатых изделий	Износ тефлоновых вставок	Снять матрицу, сменить вставки или забить дефектные отверстия
Белесая мучнистая поверхность (полностью или полосами)	В формирующей щели застрял кусочек засохшего теста	Снять матрицу, осмотреть и промыть ее каналы
	Сырые изделия насыщены пузырьками воздуха из-за интенсивного перетирания теста в шнековой камере вследствие:	
	а) большой вязкости теста;	Увеличить температуру воды для замеса; увеличить влажность теста на 1...2 %; включить обогрев шнековой камеры
	б) низкой пропускной способности матрицы;	Снять предматричную решетку; снизить вязкость теста
	в) увеличения зазора (более 1 мм) между лопастями шнека и внутренней поверхностью шнековой камеры;	Ликвидировать зазор между шнеком и камерой, установив новый шнек или наварив металл на лопасть старого шнека
Растягивание выпрессовываемых длинных изделий под действием собственной массы	Чрезмерно пластичное тесто	Следить, чтобы тесто заполняло от 1/2 до 2/3 объема месильного корыта; если тесто крупнокомковатое, снизить его влажность на 1...2 %
	Мука с дефектной сильнотянущейся клейковиной	Снизить пластичность теста, уменьшив на 1...2 % его влажность
		Использовать данную партию муки только для подмешивания к муке нормального качества или для выработки короткорезанных изделий

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ЗАМЕСА И ФОРМОВАНИЯ ТЕСТА

Традиционные режимы замеса и формования макаронного теста, используемые в настоящее время на шнековых прессах, допускают повышение температуры теста перед матрицей до 50...55 °С, исходя из того, что при больших температурах происходит денатурация белковых веществ, потери связующих свойств клейковины, следовательно, ослабление структуры макаронных изделий (см. рис. 10). Однако денатурация белка, связанная с деструкцией белковых молекул, происходит в макаронном тесте при его прессовании в шнековой камере не столько в результате перегрева теста, сколько за счет механического трения шнека об уплотненную тестовую массу и интенсивного смещения внутренних слоев теста, т. е. в результате перетираания теста.

Выявленный нами характер изменения когезионных, связующих свойств клейковины, отмытой из макаронного теста, подвергнутого нагреву до температуры 90 °С во время замеса и прессования, представлен в виде кривых на рис. 34. Кривая 1 отражает изменение когезионной прочности клейковины теста после замеса (термическая деструкция), кривая 2 — клейковины того же теста, но после шнековой камеры (термомеханическая деструкция) и кривая 3 — клейковины теста, замешенного при температуре 30...40 °С, но достигшего соответствующей температуры в шнековой камере в результате воздействия истирающих усилий шнека разной интенсивности (механотермическая деструкция).

Как видно из рисунка, при замесе теста при температурах до 70 °С с последующим его прессованием снижение когезионных свойств клейковины обусловлено в большей мере механической деструкцией. При температуре же замеса выше 70 °С белки клейковины теряют связующие свойства вследствие глубокой степени тепловой денатурации. Таким образом, замес макаронного теста при температуре до 70 °С с последующим его прессованием не приводит к

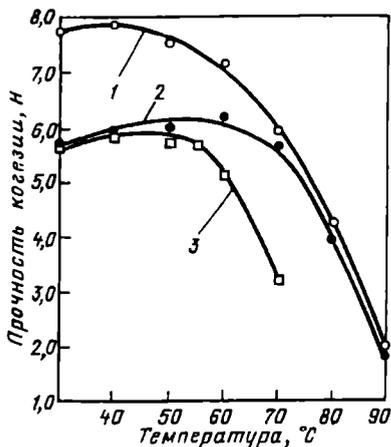


Рис. 34. Изменение когезионной прочности сырой клейковины макаронного теста, подвергнутого термической деструкции (1), термомеханической деструкции (2) и механотермической деструкции (3)

более значительному изменению структуры макаронных изделий, изготовленных на шнековом прессе, чем при традиционном режиме замеса и прессования, когда температура теста у матрицы не превышает 50...55 °С. В то же время, как показывает кривая 3, достижение температуры теста у матрицы выше 55 °С за счет перетирания теста в шнековой камере ведет к резкому снижению когезионных свойств клейковины.

Анализы изменения фракционного состава белков гельфильтрацией на сефадексе, результаты которых приведены в табл. 25, подтверждают вывод о том, что при замесе макаронного теста, температура которого была до 70 °С, клейковинные белки не претерпевают глубоких денатурационных изменений. Приведенные данные показывают, что с ростом температуры теста при замесе происходит некоторое изменение соотношений фракций белка.

Таблица 25

Влияние температуры макаронного теста на изменение состава белковых фракций

Фракции белка	Распределение фракций, % от общей массы белка в тесте после замеса при 40 °С							
	после замеса при температуре, °С				после прессования при температуре, °С			
	40	60	70	80	40	60	70	80
<i>Высокомолекулярные</i>								
I (глютенин, ММ=120000...128000)	61,8	53,6	45,4	34,9	36,7	35,3	29,9	24,9
II (глютенин, ММ=70000...75000)	9,1	9,4	11,1	7,8	15,1	15,4	16,9	17,4
<i>Низкомолекулярные</i>								
III (глиадин, ММ=42000...45000)	21,5	22,0	21,5	16,3	9,6	8,8	7,5	6,4
IV (глиадин в присутствии альбумина и глобулина, ММ=18000...21000)	7,6	10,0	12,5	19,9	13,6	15,8	18,6	23,2

С повышением температуры на стадии замеса до 70 °С общее содержание высокомолекулярных фракций несколько уменьшается в основном за счет снижения глютенина с большой молекулярной массой, тогда как количество глютенина с меньшей молекулярной массой незначительно увеличивается. Общее содержание низкомолекулярных фракций белка возрастает по мере увеличения температуры теста до 70 °С, главным образом за счет фракции IV. При температуре замеса 80 °С наблюдаются более выраженные изменения соотношения белковых фракций в сторону снижения глютенина и глиадина с большой молекулярной

массой и соответственно повышения глиадины с меньшей молекулярной массой, что, по-видимому, связано с частичным переходом высокомолекулярных фракций белка в низкомолекулярные вследствие углубления степени тепловой денатурации белка.

При сопоставлении фракционного состава белка теста после прессования видно, что общая доля фракций по сравнению с тестом после замеса меньше, поскольку растворимость белка в процессе прессования теста несколько снижается в результате частичной механической деструкции. Кроме того, фракция II увеличивается, а фракция III уменьшается по сравнению с тестом после замеса, что можно объяснить той же причиной.

Главный вывод, который можно сделать по результатам представленного исследования, состоит в том, что для всех фракций белка снижение их доли в тесте после обработки в шнековой камере (после прессования) практически одинаково как в тесте традиционного режима замеса (при температуре 40 °С), так и в тесте высокотемпературного замеса (при 60...70 °С). При этом доля фракции III уменьшается как с ростом температуры теста (особенно значительно при температуре выше 70 °С), так и при его прессовании, что согласуется со снижением когезионной прочности клейковины (см. рис. 34), поскольку именно глиадин определяет в первую очередь эти свойства, и при его отсутствии белки теряют связывающую способность.

Исследование степени изменения свойств другого структурообразующего компонента макаронного теста и изделий — крахмальных зерен выявило еще большую их устойчивость к нагреву теста. Результаты опытов с применением поляризационного микроскопа, приведенные в табл. 26, показывают, что в макаронном тесте, обработанном при температуре до 70 °С, большая часть крахмальных зерен сохраняет нативную структуру. Очевидно, и это подтверждается результатами для хлебного теста влажностью 40 %, низкая влажность макаронного теста ограничивает степень набухания крахмальных зерен, что, в свою очередь, сдерживает разрыв полисахаридных цепочек.

Таблица 26

Изменение степени кристаллизации крахмала при термообработке теста

Влажность теста, %	Степень кристаллизации крахмала в тесте, %							
	после замеса при температуре, °С				после прессования при температуре, °С			
	30	50	70	90	30	50	70	90
31	95	93	72	41	84	90	70	33
32	94	93	70	36	88	92	70	31
40	90	74	31	11	—	—	—	—

Во время прессования макаронного теста, замешенного при температурах 50...70 °С, степень деструкции его крахмальных зерен изменяется незначительно, но при температурах 30 и 90 °С этот процесс углубляется: в первом случае в результате повышения вязкости теста, следовательно, и интенсификации его механической деструкции в шнековой камере, во втором — в результате воздействия на тесто высокой температуры и достаточных по величине истирающих усилий (термомеханическая деструкция).

Рассматривая влияние температуры теста на его реологические свойства, мы уже говорили, что нагрев макаронного теста перед его уплотнением в шнековой камере пресса увеличивает пластичность и текучесть теста. В результате этого увеличения температуры теста приводит к росту скорости выпрессовывания изделий, т. е. к росту производительности пресса и при температурах, превышающих 50...55 °С, которые, исходя из старой технологии формования макаронных изделий на поршневых прессах, ранее считали оптимальными для достижения наибольшей производительности шнекового пресса. Однако при температуре замеса теста выше 65...70 °С наблюдается заметное снижение варочных свойств макаронных изделий в результате ослабления клейковинной матрицы структуры изделий. Поэтому оптимальной рекомендуемой нами температурой макаронного теста после замеса на шнековых прессах является температура около 60 °С, с тем чтобы перед матрицей она составила не более 65 °С с учетом прироста температуры теста в шнековой камере при таких условиях замеса примерно на 5 °С. Такой режим называется *высокотемпературным режимом замеса*.

Таким образом, при применении высокотемпературного замеса в шнековой камере происходят уплотнение и формирование пластичной массы теста, что снижает степень перетирания теста и увеличивает его текучесть, хотя и приводит к некоторому росту термической денатурации клейковины. При традиционной низкотемпературной технологии замеса вязкость уплотняемого и формуемого теста выше, следовательно, степень его перетирания в шнековой камере возрастает, а текучесть снижается. Перетирание ведет к увеличению температуры теста, которую снижают подачей холодной воды в рубашку шнекового цилиндра. Однако при этом вязкость теста вновь увеличивается и скорость выпрессовывания, т. е. производительность пресса, снижается. Отсутствие же тепловой денатурации клейковины при традиционном режиме замеса и прессования компенсируется увеличением степени механической денатурации в результате большей вязкости теста и увеличения сдвиговых, истирающих усилий. Поэтому когезионная прочность клейковины макаронного теста, замешенного при традиционном режиме и выпрессовываемого при температуре 50 °С, примерно равна когезионной прочности

клейковины теста, замешенного при высокотемпературном режиме и выпрессовываемого при температуре 65 °С.

Как показали многочисленные производственные испытания, высокотемпературный режим замеса макаронного теста наряду с сохранением нормального качества изделий дает следующие преимущества по сравнению с традиционным низкотемпературным режимом замеса:

увеличивается производительность прессы на 10...15 %, и на такую же величину снижается расход энергии на прессование, что обусловлено повышением текучести теста при нагревании его перед прессованием;

предотвращается выпрессовывание белесых изделий вследствие повышения пластичности теста, а значит, снижения интенсивности процессов перетиранья теста в шнековой камере и насыщения его мельчайшими пузырьками воздуха;

не требуется расхода воды на охлаждение шнековой камеры;

сокращается продолжительность сушки изделий и предотвращается их слипание вследствие испарения около 3 % влаги с поверхности выпрессовываемых сырых изделий и образования подсушенной корочки в результате разницы температур изделий и окружающего воздуха;

улучшается цвет изделий в результате частичной тепловой инактивации фермента полифенолоксидазы.

Достичь температуры теста во время замеса порядка 60 °С увеличением температуры воды, подаваемой в тестомесильное корыто, не удастся, поскольку даже при горячем замесе, когда температура воды составляет около 90 °С, температура теста не превысит 50 °С. К тому же подача горячей воды нежелательна вследствие заваривания части муки, соприкасающейся со струей воды. Поэтому одним из наиболее простых способов реализации высокотемпературного режима замеса макаронного теста является оснащение тестомесильного корыта прессы внешним обогревателем: паровой или водяной рубашкой, электронагревателем и т. п. На рис. 35 в качестве примера представлена конструкция

нагревателя корыта прессы ЛПЛ-2М, использованная на макаронной фабрике в Ростове-на-Дону.

Тестомесильное корыто 1 прессы снабжено паровым обогревателем, представляющим собой четыре полуцилиндра 4 (трубы диаметром

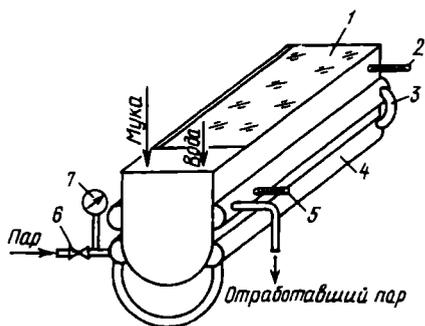


Рис. 35. Корыто прессы ЛПЛ-2М с обогревателем

около 12 см, распиленные вдоль на две половины), приваренные к наружной стенке корыта и соединенные между собой трубками 3 для последовательного прохождения пара. Давление пара регулируют вентилем 6 на входе пара в обогреватель и контролируют по манометру 7. Кроме того, имеются датчики 2 контроля температуры теста после замеса и датчики 5 контроля температуры отработавшего пара. Для предотвращения подсыхания теста при замесе вследствие испарения из него влаги решетчатая крышка корыта заменена крышкой из листового железа со слоем теплоизоляции и с узкими прорезями для визуального контроля теста в корыте.

Наиболее целесообразно применять высокотемпературный режим замеса при производстве короткорезанных макаронных изделий, поскольку при выпрессовывании длинных изделий подсушка их поверхности будет придавать ломкость сырым изделиям, что усложнит процесс их разделки. Кроме того, применение высокотемпературного режима замеса имеет свои сложности при использовании прессов с вакуумированием теста в месильных корытах, в которых вместе с отсосом воздуха удаляется влага, испаряющаяся из нагреваемой тестовой массы. Наконец, высокотемпературный режим замеса нежелателен для теста с яичными добавками вследствие более низкой температуры денатурации яичного белка, чем клейковины теста.

Две последние проблемы не возникают при использовании *высокотемпературного режима формования* макаронных изделий сквозь нагретые матрицы.

При разработке высокотемпературных режимов формования исходили из того, что кратковременный нагрев макаронного теста при прохождении его через каналы горячей матрицы возможен при более высоких температурах, чем 65...70 °С. Иными словами, на степень денатурации клейковины и потерю ею связующих (когезионных) свойств кроме температуры и влажности теста оказывает влияние также продолжительность воздействия температуры на тесто.

На рис. 36 приведены полученные нами кривые влияния температуры и продолжительности нагрева макаронного теста влажностью $32 \pm 0,5$ % на количество отмываемой из теста сырой клейковины. Эти кривые показывают резкое снижение содержания отмываемой из теста клейковины с увеличением как температуры, так и продолжительности ее воздействия. При этом для получения изделий нормального качества степень тепловой денатурации клейковины не должна превышать степень механической денатурации, которая наблюдается при перетирании теста в шнековой камере пресса.

В результате анализов, проведенных на лабораторном макаронном прессе АМЛ-1, при температуре формуемого теста 45...50 °С (традиционный режим) содержание отмываемой из

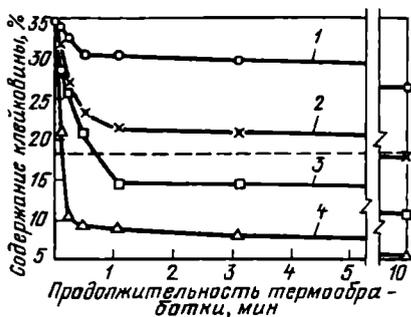


Рис. 36. Изменение содержания отмываемой из макаронного теста сырой клейковины в зависимости от продолжительности нагрева теста при температурах:

1 — 50 °C; 2 — 60 °C; 3 — 70 °C и 4 — 80 °C

бóльших температур. Это можно осуществить на стадии формования путем нагрева матрицы, поскольку в этом случае даже очень высокие температуры воздействия на уплотненное тесто во время быстрого прохождения его сквозь каналы матрицы, по-видимому, не успеют привести к глубоким денатурационным изменениям его белка.

И. В. Аржановой изучено влияние поверхностного нагрева теста, которое происходит при его формировании через отверстия нагретой матрицы, на свойства белка и крахмала в поверхностных и внутренних слоях формуемых изделий: вермишель и макароны из крупки и полукрупки твердой пшеницы и хлебопекарной муки высшего сорта. Формование осуществлялось на шнековом лабораторном прессе АМЛ-1 через специально сконструированную матрицу с электрообогревателем, который позволял получать диапазон нагрева матрицы от 50 до 200 °C.

Для оценки состояния белка и степени его денатурации при формировании изделий через нагретые матрицы было определено содержание белка в высушенных размолотых изделиях, а также в поверхностных слоях, соскобленных с сухих изделий на глубину 0,1...0,2 мм. Результаты анализов, приведенные в табл. 27, показывают, что для изделий из всех видов исследованного сырья характерна тенденция к снижению доли водорастворимого белка с увеличением температуры матрицы. Причем для хлебопекарной муки это снижение по сравнению с традиционным режимом (температура матрицы 50 °C) выражено в большей степени, чем для продуктов помола твердой пшеницы.

него сырой клейковины составило 18 %. Следовательно, для данного случая возможна термообработка теста при температуре 60 °C в течение 10 мин, т. е. на всем протяжении замеса (что характерно для промышленных прессов ЛПЛ-2М), при 70 °C — в течение примерно 40 с, а при 80 °C — в течение примерно 10 с. Эти анализы подтверждают, что термообработка макаронного теста на стадии замеса ограничена интервалом температур 60...65 °C, но с целью большего увеличения производительности пресса возможен кратковременный нагрев теста до

**Влияние температуры матрицы на содержание водорастворимого белка
в макаронных изделиях**

Исходная мука	Температура матрицы, °С	Содержание водорастворимого белка			
		в массе изделия		в поверхностном слое	
		%	% снижения от содержания при 50 °С	%	% снижения от содержания при 50 °С
Твердая пшеница:					
крупка	50	5,0	0	4,8	0
	80	4,7	6,0	4,1	14,6
	120	4,1	18,0	3,7	25,0
полукрупка	50	4,7	0	4,7	0
	80	4,1	12,8	3,9	17,0
	120	3,6	23,4	3,3	29,8
Хлебопекарная мука высшего сорта					
	50	4,7	0	4,4	0
	80	4,0	14,9	3,5	20,4
	120	3,4	27,7	2,8	36,4

Снижение содержания белка в поверхностных слоях изделий более выражено, чем в общей массе размолотых изделий. Этот факт следует считать положительным, поскольку денатурация белка, сопровождающаяся фиксированием клейковинного каркаса, происходит в формирующих каналах матрицы, т. е. в период закрепления формы сырых изделий и отсутствия относительного смещения слоев теста.

Изменения свойств крахмала при формировании теста через нагретые матрицы оценивались по содержанию декстринов в вермишели и макаронах (рис. 37) и по оптической анизотропии крахмальных зерен (табл. 28).

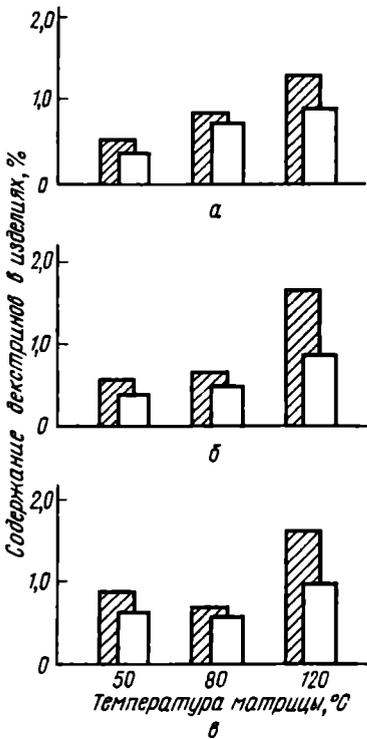
Таблица 28

**Влияние температуры матрицы на содержание крахмальных зерен
с кристаллической структурой в макаронных изделиях**

Исходная мука	Температура матрицы, °С	Содержание крахмальных зерен с кристаллической структурой, %	
		в массе изделий	в поверхностном слое
Твердая пшеница:			
крупка	50	86	87
	80	76	62
	120	62	22
полукрупка	50	83	83
	80	75	50
	120	59	18

Рис. 37. Изменение содержания декстринов в макаронных изделиях в зависимости от температуры матрицы:

а — изделия из крупки твердой пшеницы; *б* — изделия из полукрупки твердой пшеницы; *в* — изделия из хлебопекарной муки высшего сорта. Заштриховано — в поверхностном слое изделий; не заштриховано — в общей массе изделий



Анализ содержания декстринов показывает, что при температуре матрицы 80 °C оно остается на достаточно высоком уровне по сравнению с температурой 50 °C и более или менее значительно нарастает при температуре матрицы 120 °C. Это связано с большей стабильностью крахмала по сравнению с белком при кратковременных воздействиях на тесто повышенных температур, которые оказывают влияние на крахмал лишь в небольшом по толщине поверхностном слое формируемых макаронных изделий. Об этом же свидетельствуют и результаты определения оптической анизотропии на поляризационном микроскопе,

характеризующие количество зерен крахмала, сохранивших нативную кристаллическую структуру. Причем увеличение содержания декстринов и желатинированных крахмальных зерен, заключенных в денатурированную клейковинную матрицу, тоже желательно, поскольку оно будет способствовать повышению степени усвояемости углеводов и сокращению длительности варки изделий до готовности.

Следовательно, формирование макаронных изделий через нагретую матрицу сопровождается положительными изменениями свойств белка и крахмала в поверхностном слое изделий, глубина которых увеличивается с увеличением температуры матрицы.

Однако основная цель применения режимов высокотемпературного формирования — повышение производительности пресса. Результаты наших опытов, приведенные в виде графиков на рис. 38, свидетельствуют о двукратном увеличении производительности лабораторного пресса при температуре матрицы 80 °C по сравнению с традиционным режимом (при температуре матрицы 50 °C). Дальнейшее повышение температуры влечет за

собой и дальнейшее увеличение скорости выпрессовывания, однако при температуре матрицы свыше 120 °С начинает наблюдаться вспучивание поверхности выпрессовываемых сырых изделий вследствие значительного перепада температур изделий и воздуха и резкого испарения влаги из изделий. Однако надо отметить, что при формовании изделий через нагретую до температуры 110±5 °С металлическую матрицу без тефлоновых вставок выпрессовываются изделия с абсолютно гладкой поверхностью. Это явление связано с тем, что испаряющаяся в формируемых изделиях влага (при соприкосновении с горячей поверхностью канала матрицы) создает между поверхностью изделий и формирующей щелью матрицы паровую прослойку, предотвращающую прилипание тестовой поверхности изделия к поверхности щели.

При возникновении паровой прослойки резко возрастает и скорость выпрессовывания изделий. Монотонный же характер ее нарастания в интервале температур нагрева матрицы от 50 до 100 °С связан с увеличением пластичности формируемого теста: в силу кратковременного контакта теста с поверхностью канала матрицы до ее температуры нагревается лишь поверхностный слой формируемого изделия. Внутренние же слои нагреваются до температуры не выше 60 °С, что наглядно видно из экспериментальных замеров температуры выпрессовываемой массы сырых изделий, а также данных, приведенных нами выше, по изменению состояния белка и крахмала в поверхностном слое и в общей массе изделий. При такой температуре заваривания теста не происходит, а текучесть его в условиях отсутствия внутреннего смещения слоев в канале матрицы максимальная.

Увеличение текучести теста сопровождается не только увеличением скорости выпрессовывания, но и снижением давления прессования (см. рис. 29). Результаты анализа, полученные нами с использованием лабораторной матрицы при прессовании вермишели, приведены на рис. 38. При этом надо иметь в виду, что только при определенных значениях давления прессования, а именно не менее 5...6 МПа, можно получить тесто, реологические характеристики которого обеспечивают прочную структуру формируемых изделий.

Полученные зависимости показывают, что при влажности теста из крупки 32 % с повышением температуры матрицы от 40 до 80 °С производительность пресса для данной матрицы увеличивается почти в 2 раза, а давление снижается на 37,5 %. Использование теста с более низкой влажностью (29 %) позволяет повысить давление прессования: при температуре матрицы 80 °С до величины традиционного режима (температура матрицы 50 °С, влажность теста 32 %). И хотя производительность пресса при этих двух режимах практически одинакова, достигается значительный эффект в снижении расхода теплоты на последующую сушку: кроме 3 % разницы

во влажности теста выпрессовывание сырых изделий через горячую матрицу приводит к испарению влаги с поверхности выпрессовываемых изделий — влажность их снижается еще примерно на 3 % по сравнению с традиционным режимом. Это дает возможность, во-первых, избежать слипания сырых изделий в сушилке и, во-вторых, при одинаковом количестве изделий, поступающих в сушилку, значительно смягчить режим сушки, обеспечивая этим высокую прочность продукта.

Повысить давление прессования, не меняя практически влажность теста, можно также подачей холодной воды в рубашку шнекового цилиндра. При этом сохранится увеличение производительности пресса при горячей матрице.

Аналогичные зависимости были получены при выработке изделий из полукрупки (рис. 38, б), но в этом случае возрастают давление прессования и производительность при увеличении температуры матрицы. Это связано с более высокой водопоглотительной способностью частиц полукрупки по сравнению с крупкой и, следовательно, с большей вязкостью теста при одинаковых значениях влажности. Такая тенденция проявляется в еще большей степени при использовании хлебопекарной муки.

Таким образом, при высокотемпературном режиме формования макаронных изделий варьированием температуры нагрева матрицы, влажности замешиваемого теста и степени охлаждения шнековой камеры можно достичь не только повышения производительности пресса, но и менять в широких диапазонах давление прессования и степень снижения влажности выпрессовываемых сырых изделий. При этом, как показали многочисленные анализы использования высокотемпературных режимов формования макаронных изделий на

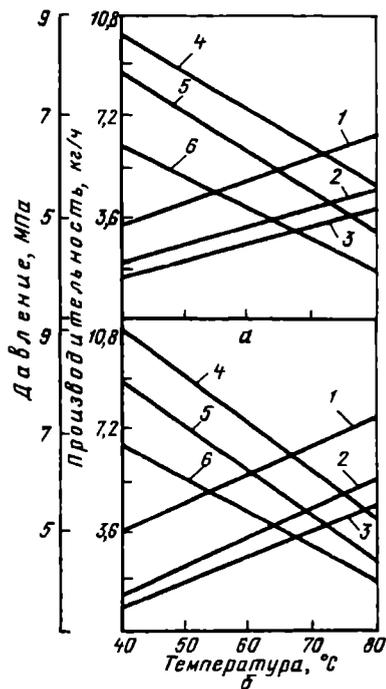


Рис. 38. Зависимость производительности лабораторного пресса (1...3) и давления прессования (4...6) от температуры матрицы и содержания влаги в тесте (1, 6 — 32 %; 2, 5 — 30,5 %; 3, 4 — 29 %) из крупки (а) и полукрупки (б)

лабораторном прессе и промышленных прессах ЛПЛ-2М, большего увеличения производительности прессы можно добиться, вырабатывая так называемые низкопроизводительные виды изделий (из хлебопекарной муки, полукрупки, изделий с яичными добавками), а также при использовании матриц с низкой пропускной способностью (низким коэффициентом живого сечения). Средние полученные данные прироста производительности прессы при температуре матриц с тефлоновыми вставками 70...80 °С и давлении прессования 6...7 МПа составили (%): для изделий из крупки твердой пшеницы 10, для изделий из полукрупки твердой пшеницы 20, для изделий из хлебопекарной муки 25, для изделий из крупки с яичными добавками 15, для изделий из хлебопекарной муки с яичными добавками 30.

Увеличение производительности прессы должно сопровождаться соответствующим увеличением подачи тестовой массы в шнековую камеру, иначе это неизбежно приведет к падению давления прессования и выпрессовыванию белесых изделий (на прессах без вакуумирования теста в месильном корыте). Поэтому при увеличении массы выпрессовываемых изделий необходимо увеличить подачу в первую очередь муки: именно этим приемом можно снизить влажность теста. Если же влажность теста предполагают оставить на прежнем уровне, то в соответствии с количеством добавляемой муки увеличивают и количество подаваемой в корыто воды.

Как и в случае разработки высокотемпературных режимов замеса, основным критерием выбора оптимальных параметров высокотемпературного режима формования является качество готовых изделий.

Полученные И. В. Аржановой результаты влияния температуры матрицы на качество макаронных изделий приведены в табл. 29. Они показывают, что использование бронзовой матрицы без тефлоновых вставок, нагретой до 100 °С, повышает степень шероховатости поверхности изделий и, как следствие, снижает числовую оценку цвета. При температуре матрицы выше 100 °С поверхность изделий становится гладкой и соответственно снижается доля белого компонента в цвете сухих изделий. Одновременно с повышением температуры матрицы увеличивается доля коричневого компонента в цвете изделий, особенно это характерно для полукрупки. Это явление связано не с процессом ферментативного потемнения, а с протеканием реакции Майяра: более низкие сорта пшеничной муки содержат большее количество белков и сахаров, участвующих в этой реакции. Однако для всех видов исходной муки цвет изделий, полученных при температуре матрицы 100...110 °С, был близок к цвету изделий, выработанных по традиционной технологии, а состояние их поверхности было лучше.

Влияние температуры матрицы на цвет макарон

Вид исходной муки и температура матри- цы, °С	Содержание компонентов в цвете сухих макарон, %			Числовая оценка цвета, ед.	Состояние поверхности макарон
	белый	желтый	коричне- вый		

*Бронзовая матрица без тефлоновых вставок*Крупка твердой
пшеницы:

менее 50	60	37	3	1,12	Слабосероховатая
80...90	62	28	10	0,68	Шероховатая
90...100	47	35	18	0,84	Слабосероховатая
100...110	44	39	17	1,00	Гладкая, восковидная

Полукрупка твер-
дой пшеницы:

менее 50	60	21	19	0,43	Слабосероховатая
50...60	55	14	31	0,24	Шероховатая
80...90	55	11	34	0,18	»
90...100	35	17	48	0,26	Слабосероховатая
100...110	19	23	58	0,34	Гладкая, восковидная

Хлебопекарная
мука высшего
сорта:

менее 50	62	23	15	0,50	Слабосероховатая
70...80	73	7	20	0,12	Шероховатая
90...100	55	11	34	0,18	Слабосероховатая
100...110	38	21	41	0,35	Гладкая, восковидная

*Бронзовая матрица с тефлоновыми вставками*Крупка твердой
пшеницы:

менее 50	45	41	14	1,12	Гладкая
70...80	43	42	15	1,15	»
80...90	44	41	15	1,11	
90...100	45	37	18	0,91	
100...110	43	39	18	0,99	

При формовании изделий через матрицу с тефлоновыми вставками, когда вследствие антиадгезионных свойств тефлона поверхность изделий всегда гладкая, их цвет практически не менялся и имел высокую числовую оценку независимо от температуры матрицы. В то же время при температурах 90...100 °С несколько снижается содержание желтого компонента и одновременно увеличивается содержание коричневого компонента в цвете сухих изделий.

Влияние температуры бронзовой матрицы без вставок и с тефлоновыми вставками на потерю сухих веществ в сваренных макаронах приведено на рис. 39. В случае использования матриц с тефлоновыми вставками, когда при всех температурах матрицы макароны имеют гладкую поверхность, минимальные потери сухих веществ при варке наблюдаются при температуре матрицы 80...100 °С. Это связано с процессами денатурации белка в поверхностном слое изделий и с фиксированием клейковинного каркаса. Некоторое увеличение потери сухих веществ при дальнейшем повышении температуры матрицы можно объяснить более глубоким прогревом теста во входной части формирующего канала матрицы, где еще не сформирован окончательный вид тестовой заготовки, и в тесте происходит смещение слоев.

При формировании изделий через матрицу без тефлоновых вставок характер изменения потери сухих веществ при варке связан главным образом с изменением степени шероховатости поверхности макарон. Так, при температуре 110...120 °С, когда поверхность изделий гладкая, потери сухих веществ минимальные и ниже, чем у изделий, отформованных при традиционном низкотемпературном режиме. С повышением температуры матрицы в пределах 50...80 °С увеличивается степень шероховатости изделий (см. табл. 29), соответственно увеличиваются и потери сухих веществ. Однако для всех видов муки это увеличение потери сухих веществ не превышает 5 % исходного значения (при температуре матрицы 40 °С).

С точки зрения сохранения пищевой ценности макаронных изделий важным является не только уменьшение потери сухих веществ при варке изделий, но и снижение в этих веществах доли наиболее ценного пищевого компонента — белка. Результаты анализов варочной жидкости, оставшейся после варки вермишели, изготовленной из крупки твердой пшеницы и хлебопекарной муки высшего сорта при традиционном режиме (ТР: температура замеса около 40 °С, температура формирования 45...50 °С), при высокотемпературном режиме замеса (ВТРЗ: температура замеса 60...65 °С, температура формирования 65...70 °С) и при высокотемпературном режиме формирования (ВТРФ: температура замеса около 40 °С, температура матрицы 110...120 °С), приведены в табл. 30.

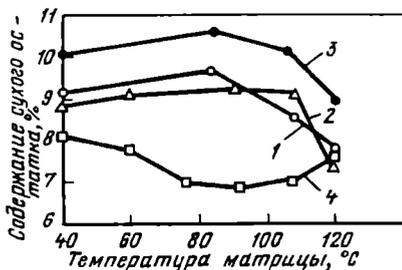


Рис. 39. Влияние температуры бронзовой матрицы (1...3) и матрицы с тефлоновыми вставками (4) на потери сухих веществ при варке макарон из крупки (1, 4), полукартонки (2) и хлебопекарной муки (3)

Результаты анализов варочной жидкости

Вид исходной муки, режимы замеса и формования	Содержание				
	сухого остатка, %	белка		крахмала	
		% на СВ остатка	г/100 г изделий	% на СВ остатка	г/100 г изделий
Крупка твердой пшеницы:					
ТР	8,7	35,9	3,1	51,3	4,5
ВТРЗ	9,0	37,2	3,3	52,0	4,7
ВТРФ	7,0	21,7	1,5	59,5	4,2
Хлебопекарная мука высшего сорта:					
ТР	9,8	41,7	3,3	40,1	3,9
ВТРЗ	10,0	42,0	4,2	44,2	4,4
ВТРФ	9,1	20,3	1,8	62,1	5,5

На основании полученных данных установлено, что при ВТРФ по сравнению с ТР и тем более с ВТРЗ наблюдается не только снижение содержания сухих веществ в варочной жидкости, но и положительное перераспределение в сухих веществах крахмала и белка. Причем содержание белка снижается. Это еще раз говорит о фиксировании клейковинного каркаса в поверхностных слоях изделий при ВТРФ и снижении при этом доли водорастворимого белка.

Что касается других показателей варочных свойств макарон, то во всех случаях увеличение температуры матрицы с 45...50 до 100...110 °С сокращало длительность варки макарон до готовности соответственно с 8...9 до 6...7 мин и увеличивало прочность сваренных макарон на срез с 60...80 до 100...120 кПа. Сокращение длительности варки связано с предварительным пропариванием макарон в процессе прессования через горячую матрицу — частичными денатурацией белка и декстринизацией крахмала. Причем они тем более глубокие, чем выше температура матрицы. Фиксированием крахмало-клейковинной матрицы изделий во время высокотемпературного формования объясняется и упрочнение структуры сваренных макарон.

Кроме рассмотренных показателей качества макаронных изделий немаловажное значение имеет оценка микробиологического состояния изделий, особенно с яичными обогатителями. Несмотря на отсутствие этого показателя в наших стандартах на макаронные изделия, важность его несомненна, так как при традиционных режимах замеса, формования и сушки макаронных изделий создаются благоприятные условия для развития в них микроорганизмов, среди которых наибольшую опасность

представляют патогенные микроорганизмы, например сальмонеллы.

Сравнение трех режимов замеса и формования макаронного теста (ТР, ВТРЗ и ВТРФ) из хлебопекарной муки высшего сорта с яичными обогатителями (при температуре сушки изделий 40...50 °С) показывает значительное улучшение микробиологической чистоты макаронных изделий, приготовленных по режиму ВТРФ, по сравнению с ВТРЗ и тем более с ТР (табл. 31).

Т а б л и ц а 31

Влияние режимов замеса и формования на микробиологическое состояние макаронных изделий

Питательная среда	Микробиологическая зараженность, кол/г			
	исходного теста	изделий, приготовленных по режиму		
		ТР	ВТРЗ	ВТРФ
МПА	44000	6000	4000	1400
Сусло	39000	5800	2300	1200

На основании приведенных выше результатов исследования влияния температуры нагрева матрицы на производительность прессы, свойства формуемого теста и качество сырых, сухих и сваренных макаронных изделий были определены оптимальные температуры нагрева матриц при высокотемпературном режиме формования:

при использовании матриц с тефлоновыми вставками — 75...85 °С, так как более высокие температуры хотя и приводят к дальнейшему увеличению производительности прессы, но, во-первых, не способствуют улучшению качества продукции (повышаются потери сухих веществ изделий во время варки), а во-вторых, нежелательны из-за снижения прочности тефлоновых вставок;

при использовании металлических матриц без тефлоновых вставок — 110...120 °С, поскольку при этом достигаются максимальное увеличение производительности прессы и наилучшее качество продукта (абсолютно гладкая поверхность и лучшие варочные свойства).

На практике более рационально использовать на промышленных прессах нагретые матрицы с тефлоновыми вставками из-за более низкого расхода энергии на их нагрев, а также из-за трудности поддержания температуры матрицы на уровне 110...120 °С, когда выпрессовываемая масса теста непрерывно забирает от матрицы значительную часть теплоты. Однако такой режим формования можно осуществить при работе на мини-прессах.

Промышленную матрицу можно нагреть до температуры 75...85 °С, используя теплоэлектронагреватели (ТЭНы), которые

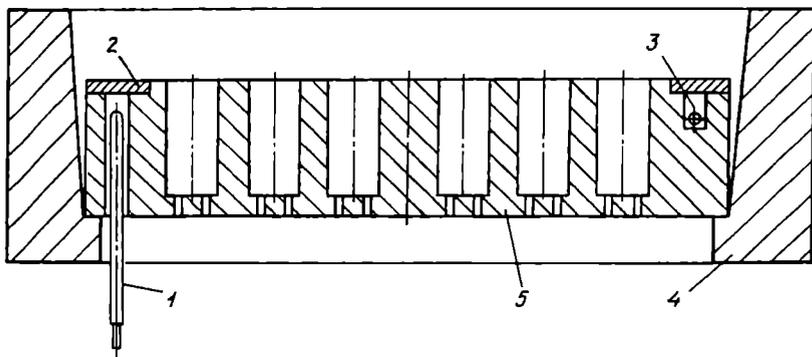
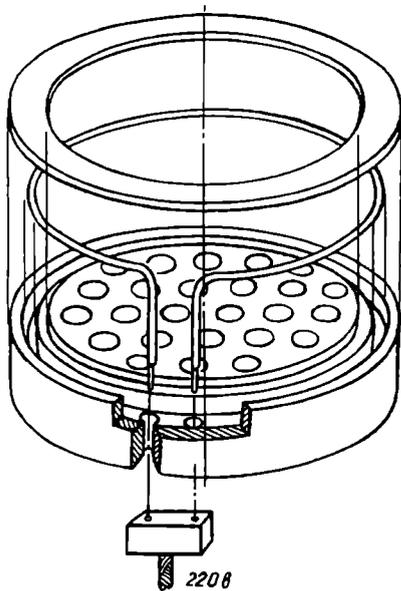


Рис. 40. Конструкция матрицы с электрообогревателем по периметру:
 1 — ТЭН; 2 — кольцо; 3 — канавка; 4 — матрицедержатель; 5 — матрица



укладывают в кольцевую канавку, пропиленную по периметру матрицы. Один из разработанных нами вариантов конструкции круглой матрицы с электрообогревом для формования изделий с подвесной резкой представлен на рис. 40.

В матрице со стороны входа теста на токарном станке вытачивается кольцевая канавка шириной 11...12 мм и глубиной 20...24 мм, края которой отстоят от края матрицы на расстоянии 5...6 мм. В дне канавки просверливают два

сквозных отверстия диаметрами 11...12 мм с расстоянием между их центрами 20...40 мм так, чтобы при укладывании матрицы в матрицедержатель прессовой головки пресса внутренние стенки отверстий отстояли от внутренних кромок матрицедержателя на расстоянии около 1 мм (для этого отверстия могут быть просверлены под небольшим углом). В кольцевую канавку укладывают ТЭН длиной 1000...1100 мм мощностью около 3 кВт, согнутый по форме канавки с перпендикулярным загибом концов так, чтобы они входили в сквозные отверстия матрицы. Для предотвращения проникновения теста в канавку на матрицу накладывают кольцо. Для того чтобы кольцо плотно удерживалось на

входной плоскости матрицы, протачивают выемку, которая должна соответствовать кольцу.

Перевод матрицы на работу с электрообогревом осуществляют в следующей последовательности.

В собранном виде матрицу с электронагревателем укладывают в матрицедержатель пресса.

Выходные концы ТЭНа подключают к клеммам электронагревателя, связанного с кнопкой пуска основного двигателя пресса: нагреватель включается только после пуска пресса и отключается одновременно с прессом.

Нагрев матрицы до рабочей температуры (75...85 °С) происходит в течение примерно 30 мин, после чего в случае значительного снижения давления прессования (вследствие увеличения пластичности и текучести теста) на 1...2 % снижают содержание влаги в тесте в месильном корыте, увеличивая подачу муки в корыто.

Для предотвращения выпрессовывания белесых изделий следят за наличием в корыте достаточного количества теста: его должно быть не менее половины объема корыта; если этого недостаточно, в рубашку шнекового цилиндра подают холодную воду. При отсутствии выпрессовывания белесых изделий и нормальной величине давления прессования охлаждение цилиндра можно не использовать.

Матрицу снимают с пресса после отключения клемм от выводов концов ТЭНа обычным порядком.

Перед мытьем матрицы с нее снимают накладное кольцо и вынимают ТЭН из канавки.

Вследствие значительного испарения влаги из выпрессовываемого через горячую матрицу полуфабриката обдувку пряжи сырых изделий желательно осуществлять не нагнетанием, а всасыванием воздуха в отверстия обдувателя.

При переходе на высокотемпературный режим формования с увеличением производительности пресса режим сушки изделий не меняется, поскольку общая масса удаляемой из изделий влаги остается примерно такой же, как при традиционном режиме: при высокотемпературном режиме формования масса изделий, поступающих в сушилку, увеличивается, а влажность снижается.

При переходе на высокотемпературный режим формования без увеличения производительности пресса (со снижением влажности теста в месильном корыте на 2 % и более) режим сушки изделий должен быть смягчен, для этого снижают температуру воздуха в сушилке, уменьшая давление греющего пара на входе в сушилку.

Прямоугольные матрицы можно обогревать горячим воздухом, направляемым с двух продольных сторон матрицы щелевидными обдувателями, примыкающими как можно ближе к выход-

ной плоскости матрицы. Такой способ нагрева матриц используется на прессах фирмы «Бассано» (Франция).

Представленный в качестве примера способ нагрева промышленных матриц и конструкция электронагревателя не исчерпывают разнообразия вариантов. Возможна и желательна дальнейшая разработка более рациональных и универсальных способов и конструкций.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды замесов макаронного теста вы знаете? В каких случаях используют тот или иной вид замеса?
2. В какой последовательности составляют и рассчитывают рецептуру макаронного теста?
3. Как регулируют дозаторы прессов непрерывного действия?
4. Какие вы знаете основные виды дефектов макаронного теста после замеса и меры по их предотвращению?
5. Каковы отличия в структуре и свойствах макаронного теста после замеса и после уплотнения?
6. Какие основные биохимические процессы происходят в процессе приготовления макаронного теста?
7. При каких условиях проявляются упругие и пластические свойства уплотненного макаронного теста?
8. Какие основные факторы влияют на свойства теста и выпрессовываемых сырых изделий? Как они влияют на реологические свойства теста и качество изделий?
9. В чем назначение вакуумирования теста и на какой стадии производства целесообразно его применять?
10. От каких факторов зависит степень шероховатости поверхности макаронных изделий?
11. В чем заключается высокотемпературный режим замеса макаронного теста и каковы его преимущества и недостатки по сравнению с традиционными режимами замеса?
12. Каковы основные причины возникновения дефектов в сырых макаронных изделиях и меры по их устранению?

Глава 6

РАЗДЕЛКА СЫРЫХ ИЗДЕЛИЙ

Разделку сырых макаронных изделий осуществляют непосредственно после выпрессовывания. Цель ее — подготовка изделий к сушке.

Разделка заключается в обдувке, резке и раскладке (или развешивании) отформованных сырых макаронных изделий. Качественно выполненные операции обдувки, резки и раскладки изделий способствуют процессу сушки. От качества выполнения этих операций зависят также такие важные показатели, как производительность сушильного оборудования, расход сырья и качество готовых изделий.

ОБДУВКА СЫРЫХ ИЗДЕЛИЙ

Выпрессовываемые сырые макаронные изделия являются пластичным материалом, который довольно легко деформируется. Поэтому для облегчения резки и предотвращения слипания сырые изделия при выходе из формирующих отверстий матрицы необходимо интенсивно обдувать воздухом. Это приводит к образованию на поверхности сырых изделий подсушенной корочки, которая препятствует слипанию изделий при подаче их в сушилку и на транспортерах сушилки (короткорезанные изделия), слипанию в лотковых кассетах (макаронны), а также прилипанию их к бастунам (подвесная сушка длинных изделий). Образование подсушенной корочки при обдувке изделий предотвращает также налипание их на режущие ножи и залипание торцов трубчатых изделий при резке.

Изделия обычно обдувают воздухом формовочного отделения, температура которого составляет около 25 °С, а относительная влажность — 60...70 %. При этом влажность сырых изделий снижается на 1...2 % при традиционных режимах замеса и формования и на 3...4 % при высокотемпературных режимах.

При использовании подвесной сушки длинных изделий (на бастунах) обдувку необходимо проводить особенно тщательно, избегая чрезмерной подсушки поверхности изделий, особенно внешней (по отношению к бастуну), так как при сильном ее заветривании могут происходить разламывание поверхностного слоя изделий в местах перегиба и падение изделий с бастунов (осыпь) непосредственно при развешивании или чаще в процессе их высушивания.

Для обдувки внутренней поверхности прядей длинных изделий, изготавливаемых на автоматизированных поточных линиях с подвесной сушкой, используют распределитель-обдуватель (рис. 41, а), который представляет собой полый короб 4 длиной 2 м (по длине двух прямоугольных матриц, под которыми его устанавливают). Распределитель-обдуватель распределяет выпрессовываемые

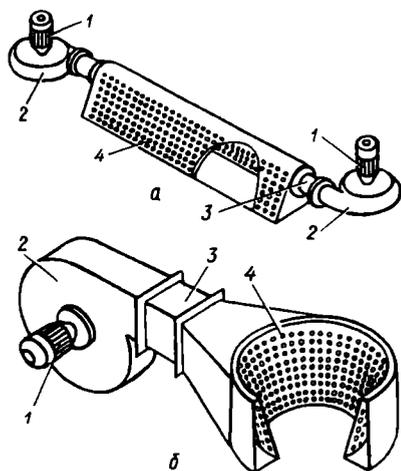


Рис. 41. Механизмы для обдувки сырых изделий:

а — распределитель-обдуватель длинных изделий; б — обдувочное устройство к прессу ЛПЛ-2М

мые длинные сырые изделия на две пряди. Поверхность короба имеет множество отверстий, через которые выходит воздух, нагнетаемый в короб двумя центробежными вентиляторами 2 с электродвигателями 1 через короткие воздухопроводы 3.

Для обдувки короткорезанных изделий, формируемых на прессах ЛПЛ-2М, используют обдувочное устройство, изображенное на рис. 41, б. Его крепят к нижней плите каркаса пресса и размещают под матрицедержателем. Устройство изготавливают из оцинкованного листового железа. Обдувочное устройство представляет собой полый цилиндр 4 с воздухопроводом 3, к которому прикреплен центробежный вентилятор 2 с электродвигателем 1.

Внутренняя поверхность полого цилиндра, охватывающая выпрессовываемую прядь изделий, имеет конусообразную форму, в которой проделано множество отверстий диаметром 2...3 мм. Внутренняя и наружная поверхности цилиндра образуют кольцевой канал, в который нагнетается или из которого отсасывается центробежным вентилятором воздух, выходящий затем через отверстия цилиндра и обдувающий таким образом прядь изделий, свисающих из матрицы, или падающие изделия, нарезанные по плоскости матрицы.

РЕЗКА И РАСКЛАДКА ИЗДЕЛИЙ

Отформованные и подсушенные макаронные изделия нарезают на необходимую длину с помощью режущего механизма и для высушивания раскладывают на сушильные поверхности (короткорезанные изделия), укладывают в лотковые кассеты (макаронны при кассетном способе сушки) либо развешивают на бастуны (длинные изделия при подвесной сушке).

Короткие изделия режут двумя способами: скольжением ножа по плоскости матрицы или в подвешенном состоянии (свисающую прядь режут на некотором расстоянии от матрицы). Фигурные изделия и рожки режут всегда первым способом, перья — вторым. Короткорезанные вермишель и лапша могут нарезаться как тем, так и другим способом, причем во втором случае изделия получаются более прямыми и появляется возможность более интенсивной обдувки, например подачей воздуха вдоль пряди.

Для резки коротких изделий по плоскости матрицы на прессах ЛПЛ-2М применяют универсальный режущий механизм УРМ (рис. 42), входящий в комплект поставки пресса. Он режет по плоскости матрицы и позволяет получать короткорезанные изделия (кроме перьев) любой длины, в том числе и наиболее мелкие, например суповые засыпки.

Механизм УРМ состоит из привода и ножевой головки. Привод работает от электродвигателя 10 с вариатором 8. Движение от электродвигателя через вариатор передается коробке скорос-

тей 5, имеющей подвижной блок шестерен, который позволяет получить три различные частоты вращения выходного вала. На выходном валу коробки скоростей закреплен шкив 4, вращение которого передается клиновым ремнем шкиву 2 ножевой головки.

К спицам шкива ножевой головки на шарнирах крепят пластинчатые ножи 1, прижимающиеся к плоскости матрицы. Ось ножевой головки привинчивают к стяжке колосника матрицы или (в случае использования бесколосниковых матриц) к диску матрицы, вворачивая ось в центральное отверстие матрицы. Для безопасности режущую головку закрывают кожухом 3.

Принудительное вращение режущего механизма при его регулировке производят вращением штурвала 7. Необходимое число срезов устанавливают переключением коробки скоростей ручкой 6, вращением регулятора 9 вариатора и изменением количества ножей. Минимальное число срезов в минуту при одном поже 18,5, при двух — 37, при четырех — 74. Максимальное число срезов четырьмя ножами 2100.

Для резки вермишели и лапши в подвешенном состоянии применяется наиболее распространенный механизм ЛПР-1 (рис. 43).

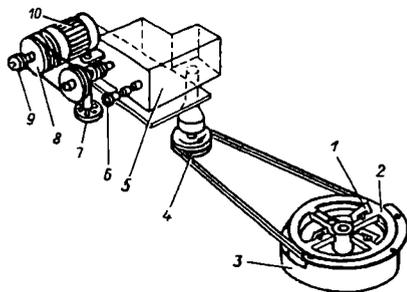
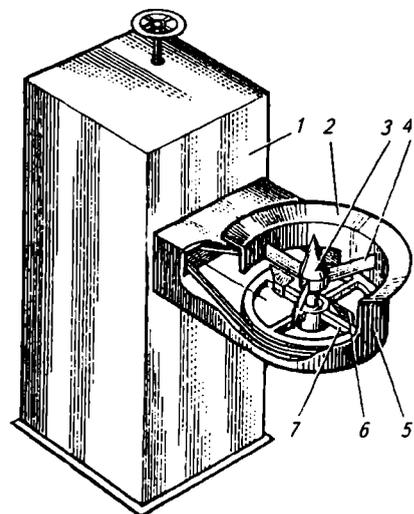


Рис. 42. Универсальный режущий механизм УРМ



Механизм заключен в корпус 1, который устанавливают на пол под прессовой головкой макаронного пресса. К раме механизма крепят ножевую головку, состоящую из неподвижной приемной конической воронки 2, неподвижного цилиндра 5 с тремя радиальными ребрами 4 и двух вращающихся ножей 6, которые размещают на спицах 7 шкива. В центре воронки расположен конус 3 с радиальными ребрами, с помощью которых прядь

Рис. 43. Механизм ЛПР-1 для резки вермишели и лапши в подвешенном состоянии

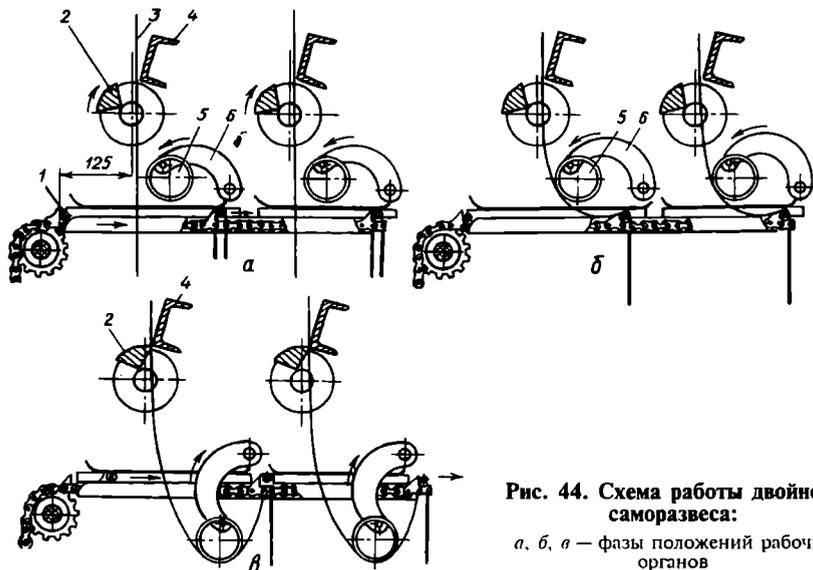


Рис. 44. Схема работы двойного саморазвеса:

а, б, в — фазы положений рабочих органов

выпрессовываемой вермишели или лапши разделяется на три части. Ножевую головку механизма устанавливают на 300...400 мм ниже матрицедержателя пресса.

При работе механизма выпрессовываемые изделия периодически прижимаются режущими кромками вращающихся ножей к неподвижным ребрам и срезаются. Таким образом, ребра служат как бы опорой, противорежущей гранью при резке. Поэтому, чтобы прядь при резке не сминалась, зазор между ребрами и режущей кромкой должен быть минимальным.

Механизм делает 12...32 среза в минуту.

Для резки и развешивания длинных изделий на бастуны используют автоматические саморазвешивающие механизмы.

На рис. 44 представлена схема работы двойного саморазвеса, который входит в состав автоматизированных поточных линий. Саморазвес обеспечивает резку изделий длиной от 370 до 570 мм и их развешивание одновременно на два бастуна. Саморазвес работает следующим образом.

Изделия, выпрессовываемые из прямоугольных матриц двумя прядями 3, огибают обдуватель и опускаются, пересекая горизонтальную линию движения бастунов 1 (рис. 44, а). В это время бастуны не двигаются. После того как изделия достигнут необходимой длины, т. е. опустятся ниже находящихся в покое бастунов, два пустотелых цилиндра 5, укрепленные на рычагах 6, начинают движение и, описав дугу, оттягивают верхнюю половину пряди на другую сторону бастунов (рис. 44, б). В это время

верхние ножи-отсекатели 2 и 4 отрезают изделия от основной пряди (рис. 44, в). Отрезанные изделия падают и виснут на бастунах вдоль их второй стороны. Цепь начинает движение, унося загруженные бастуны и подавая на их место пустые. Бастуны же с изделиями, продвигаясь вперед, попадают в сферу непрерывно вращающихся нижних ножей, которые подравнивают нижние концы изделий. Саморазвесы последних выпусков имеют дополнительные подравнивающие гребенки. Сырые обрезки нижних концов изделий по пневмотранспортеру направляются в тестомесильное корыто для повторной переработки.

В большинстве случаев на макаронных предприятиях короткорезаные изделия сушат в конвейерных сушилках. Подача сырого продукта (полуфабриката) на верхнюю ленту сушиллки осуществляется посредством механического раскладчика (раструсчика), обеспечивающего равномерное распределение продукта по ширине ленты, составляющей около 2 м.

На рис. 45 представлены схемы нескольких раскладчиков короткорезаных изделий, применяемых на макаронных фабриках.

Наиболее простой раскладчик (рис. 45, а) состоит из ленточного транспортера 2, подающего сырые изделия от пресса и находящегося над верхним транспортером 1 сушиллки, и заслонки 3, устанавливаемой по диагонали поперек ленты этого транспортера. Сырые изделия, натываясь на заслонку, с подающего транспортера переходят на ленту верхнего транспортера сушиллки, распределяясь равномерным слоем по всей ширине этой ленты. Во избежание провисания верхней ленты подающего транспортера и проскакивания изделий под заслонкой лента скользит по деревянной плите, установленной перпендикулярно к заслонке.

Если пресс и сушиллка находятся на разных этажах либо на одном этаже, но при наличии достаточного места над сушиллкой, часто используют раскладчик, схема которого представлена на рис. 45, б.

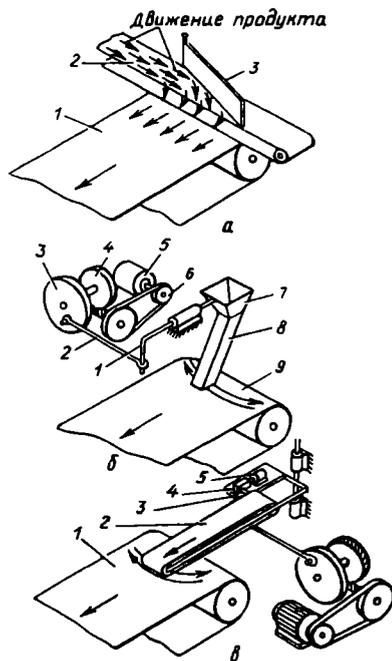


Рис. 45. Раскладчики короткорезаных изделий:

а — с перегородкой; б — с качающейся трубой; в — с качающимся транспортером

Сырые короткорезанные изделия подаются в загрузочную воронку 7, откуда по трубе 8, совершающей качательные движения с амплитудой около 2 м, они распределяются по поверхности транспортера 9 сушилки. Качательное движение передается трубе коромыслом 1, которое связано с кулачковым колесом 3 тягой 2. Последнее приводится во вращение от электродвигателя 5 через клиноремennую передачу 6 и червячную пару 4.

Одна из возможных конструкций раскладчика, не требующего большого места над сушилкой, показана на рис. 45, в.

Транспортер 2 подачи сырых изделий на верхнюю ленту 1 сушилки совершает качательные движения при помощи кулачкового механизма, привод которого аналогичен приводу предыдущего раскладчика. Движение подающего транспортера осуществляется от индивидуального электродвигателя 5 через редуктор 4, смонтированный на основании 3.

Толщина слоя продукта на верхней ленте транспортера сушилки регулируется изменением скорости движения ленты. В зависимости от ассортимента изделий толщина слоя должна составлять от 2 до 5 см. При этом во избежание слипания сырых изделий надо стремиться поддерживать минимально возможную толщину слоя изделий на верхней ленте.

При сушке макарон в лотковых кассетах в сушильные шкафы устанавливают кассеты с сырыми макаронами в стопки. Для равномерного высушивания и получения изделий хорошего качества макароны должны равномерно и полностью заполнять кассету (рис. 46). Если кассета будет заполнена не полностью, то во время сушки основной поток воздуха пойдет по пути наименьшего сопротивления — в свободное пространство над макаронами, а не сквозь макаронные трубки. Это приведет к неравномерному высушиванию изделий: внутри кассеты трубки будут недосушенными, а верхний слой — пересушен. С другой стороны, чрезмерное заполнение кассеты («с горкой») сырыми макаронами приведет к их смятию под действием массы стоящих выше кассет с макаронами. Это затруднит проход воздуха через трубки,

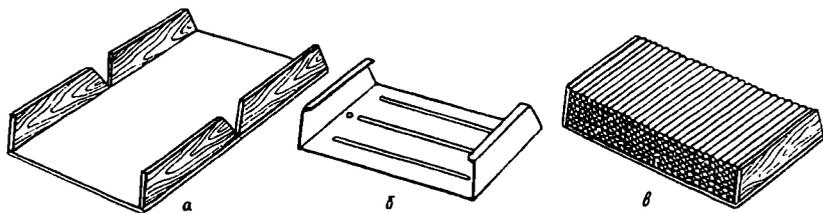


Рис. 46. Лотковые кассеты:

a — двойная деревянная; *b* — одинарная дюралюминиевая; *v* — кассета, заполненная макаронами

увеличит их слипание и приведет к получению деформированных, сплюснутых макарон.

При сушке длинных изделий подвесным способом развешиваемые на бастуны сырые изделия (вермишель, лапша, макароны) должны прилегать друг к другу, полностью заполняя бастун. Однако для равномерного обтекания изделий воздухом во время сушки они не должны нависать друг на друга. Отверстия в прямоугольной матрице 1 (рис. 47) делают таким образом, чтобы по длине матрицы выпрессовывались две пряди изделий 3, каждая из которых в один слой развешивается для сушки на бастуне 2. Во избежание растягивания развешиваемых изделий под действием собственной массы наружный диаметр макарон должен быть не более 6 мм. Длинные вермишель и лапша могут быть любого вида.

В табл. 32 приведены основные причины возможных дефектов сырых изделий, возникающих при разделке, и способы их устранения.

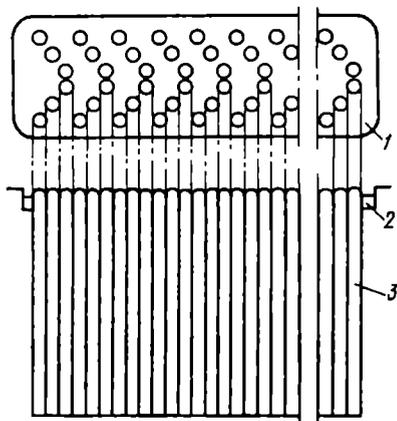


Рис. 47. Схема развеса длинных изделий на бастун

Таблица 32

Возможные дефекты сырых изделий, возникающие при разделке, и способы их устранения

Виды дефектов	Вероятные причины	Мероприятия по устранению
Трубчатые изделия имеют мягкие (закупоренные) торцы: трубки выпрессовываются сплюснутыми	Чрезмерно мягкое (влажное) тесто	Снизить влажность теста на 1...2 %
	Отсутствует обдувка изделий	Включить обдувку
Слипание изделий между собой	Недостаточное прилегание режущего ножа к матрице (к противорезущим ребрам)	Отрегулировать положение ножа
	Затупилось лезвие ножа	Заточить лезвие ножа
Образование трещин в местах перегиба изделий на бастунах	Чрезмерно мягкое тесто	Снизить влажность теста
	Отсутствует обдувка изделий	Включить обдувку
	Тесто имеет недостаточную пластичность	Увеличить влажность теста
	Чрезмерное подсыхание поверхности выпрессовываемых изделий	Снизить интенсивность обдувки или отключить обдувку наружной стороны изделий

Виды дефектов	Вероятные причины	Мероприятия по устранению
Прилипание изделий к бастунам	Чрезмерно мягкое тесто Отсутствует обдувка	Снизить влажность теста Включить обдувку внутренней стороны прядей Смазать бастуны растительным маслом

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких операций состоит разделка сырых макаронных изделий и каково назначение каждой из них?
2. В каких случаях применяют тот или иной способ раскладки сырых изделий?
3. Каковы возможные причины возникновения дефектов сырых макаронных изделий при разделке и способы их предотвращения?

Глава 7

СУШКА, СТАБИЛИЗАЦИЯ И ОХЛАЖДЕНИЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Сырые макаронные изделия — удобная среда для протекания различных биохимических и микробиологических процессов. Для предотвращения развития этих процессов изделия подвергают консервированию обезвоживанием — сушке до влажности не более 13 %.

Сушка макаронных изделий — наиболее длительная стадия процесса их производства. От правильности ее проведения во многом зависят такие показатели качества готовой продукции, как прочность, стекловидность излома, кислотность. Очень интенсивное удаление влаги может привести к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная сушка на первой стадии удаления влаги — к закисанию изделий, а при сушке в слое — к образованию слитков, к деформированию продукта.

Высушивание обычно заканчивают по достижении влажности 13,5...14 %, чтобы после остывания перед упаковкой влажность их составляла не более 13 %.

Уплотненное макаронное тесто и сырые макаронные изделия относятся к коллоидно-капиллярно-пористым материалам, в которых различают три вида формы связи влаги: химическую, физико-химическую и физико-механическую. Однако в сырых изделиях наблюдаются главным образом две первые формы связи влаги.

Химически связанная вода входит в состав молекул вещества

и может быть удалена из него только химическим взаимодействием или прокаливанием. При сушке химически связанная вода не удаляется.

Физико-химическая связь влаги включает два вида: адсорбционную и осмотическую.

Адсорбционно связанная влага представляет собой жидкость, удерживаемую на внешней и внутренней поверхностях мицелл — частиц размером от 0,1 до 0,01 мкм, которые в макаронном тесте и сырых изделиях представляют собой отдельные свернутые цепочки молекул белка и крахмала или их группы (конгломераты).

Осмотически связанная влага находится во внутреннем пространстве мицелл.

В уплотненном макаронном тесте и сырых изделиях большая доля влаги связана осмотически.

При сушке макаронных изделий происходит удаление адсорбционно и осмотически связанной влаги, причем вначале удаляется как наименее прочносвязанная осмотическая влага, а затем как более прочносвязанная адсорбционная. Кроме того, в первую очередь отделяется влага, удерживаемая крахмальными зернами, а затем белками.

Во время высушивания продукта вода, содержащаяся в нем, превращается в пар и удаляется. Для превращения воды в пар необходимо затратить определенное количество тепловой энергии. В зависимости от способа передачи теплоты материалу различают несколько способов сушки. В подавляющем большинстве высушивание макаронных изделий осуществляется конвективным способом.

КОНВЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СУШКИ

Конвективный способ сушки основан на тепло- и влагообмене (массообмене) между высушиваемым материалом (сырые макаронные изделия, полуфабрикат) и нагретым сушильным воздухом, который обдувает изделия. Процесс сушки заключается в подводе влаги, находящейся внутри изделия, к его поверхности, превращении влаги в пар и удалении пара с поверхности изделия. По такой схеме происходит удаление осмотически связанной влаги. Адсорбционно связанная влага превращается в пар внутри материала и в виде пара перемещается к поверхности.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СУШКИ

Основной параметр высушиваемого материала (в частности, макаронных изделий) — это содержание в нем влаги, т. е. его влажность.

Влажность материала выражают либо по отношению к общей массе (относительная влажность W , %):

$$W = (m_{\text{вл}}/m)100,$$

где $m_{\text{вл}}$ — масса влаги в материале, г, m — общая масса материала, г;

либо по отношению к массе абсолютно сухого вещества материала (абсолютная влажность W^c , %):

$$W^c = (m_{\text{вл}}/m_{\text{с.в}})100,$$

где $m_{\text{с.в.}}$ — масса абсолютно сухого вещества материала, г;

$$m_{\text{с.в.}} = m - m_{\text{вл.}}$$

В данной книге мы используем практически повсеместно относительную влажность материала, называя ее для краткости просто влажностью.

Для перехода от одной влажности к другой можно использовать формулы

$$W = [W^c/(100 + W^c)]100;$$

$$W^c = [W/(100 - W)]100,$$

по которым составлена табл. 33.

Т а б л и ц а 33

Переход от относительной влажности материала к абсолютной

W, %	W ^c , %									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
8	8,70	8,8	8,9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,8
9	9,88	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11,0
10	11,10	11,2	11,4	11,5	11,6	11,7	11,9	12,0	12,1	12,2
11	12,35	12,5	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5
12	13,65	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8
13	14,95	15,1	15,2	15,3	15,5	15,6	15,7	15,9	16,0	16,1
14	16,30	16,4	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,2	17,4	17,5
15	17,65	17,8	17,9	18,1	18,2	18,3	18,5	18,6	18,8	18,9
16	19,05	19,2	19,3	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,2	20,3
17	20,50	20,6	20,8	20,9	21,1	21,2	21,4	21,5	21,7	21,8
18	21,95	22,1	22,2	22,4	22,5	22,7	22,9	23,0	23,2	23,3
19	23,50	23,6	23,8	23,9	24,1	24,2	24,4	24,5	24,7	24,8
20	25,00	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3	26,4
21	26,00	26,7	26,9	27,1	27,2	27,4	27,6	27,7	27,9	28,0
22	28,20	28,4	28,5	28,7	28,9	29,0	29,2	29,4	29,5	29,7
23	29,90	30,0	30,2	30,4	30,5	30,7	30,9	31,1	31,2	31,4
24	31,60	31,8	31,9	32,1	32,2	32,5	32,6	32,8	33,0	33,2

И, %	И ^с , %									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
25	33,30	33,5	33,7	33,9	34,1	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0
26	35,10	35,3	35,5	35,7	35,9	36,1	36,2	36,4	36,6	36,8
27	37,00	37,2	37,4	37,6	37,7	37,9	38,1	38,3	38,5	38,7
28	38,90	39,1	39,3	39,5	39,7	39,9	40,1	40,3	40,4	40,6
29	40,80	41,0	41,2	41,4	41,6	41,8	42,0	42,2	42,5	42,7
30	42,80	42,1	43,3	43,5	43,7	43,9	44,1	44,3	44,5	44,7
31	44,95	45,1	45,4	45,6	45,8	46,0	46,2	46,4	46,6	46,8
32	47,10	47,3	47,5	47,7	47,9	48,2	48,4	48,6	48,8	49,0
33	49,30	49,5	49,7	49,9	50,2	50,4	50,6	50,8	51,1	51,3

Состояние сушильного (влажного) воздуха характеризуется рядом параметров. Зная значения трех параметров, можно определить значения всех остальных, пользуясь приведенными ниже формулами.

Барометрическое давление сушильного воздуха (Па)

$$B = p_{с.в} + p_{п},$$

где $p_{с.в}$ — парциальное давление сухого воздуха, Па; $p_{п}$ — парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе, Па.

Абсолютной влажностью воздуха $\rho_{п}$ называют массу водяного пара, находящегося в 1 м³ влажного воздуха. Следовательно, $\rho_{п}$ представляет собой плотность пара в смеси.

Относительной влажностью воздуха или просто влажностью (%) называют отношение абсолютной влажности к максимально возможной массе водяного пара, которая может содержаться в 1 м³ влажного воздуха при тех же условиях (температуре и барометрическом давлении). Приблизительно относительную влажность воздуха определяют по формуле

$$\varphi = (p_{п}/p_{н})100,$$

где $p_{н}$ — давление насыщенного пара, кПа; рассчитывается по эмпирической формуле Г. К. Филоненко

$$\lg p_{н} = 0,622 + [7,5t/(238 + t)],$$

или можно воспользоваться данными табл. 34.

На практике величину относительной влажности воздуха определяют психрометрическим способом, основанным на измерении разности между температурой сухого термометра t (фактическая температура воздуха) и температурой смоченного термометра $t_{м}$.

Зависимость давления насыщенного пара p_n от температуры t

$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{кПа}$								
-20	0,096	4	0,813	28	3,78	52	13,61	76	40,17
-19	0,113	5	0,875	29	4,00	53	14,40	77	41,90
-18	0,124	6	0,936	30	4,24	54	15,05	78	43,60
-17	0,137	7	1,02	31	4,46	55	15,75	79	45,50
-16	0,151	8	1,07	32	4,86	56	16,38	80	47,40
-15	0,164	9	1,15	33	5,10	57	17,30	81	49,40
-14	0,181	10	1,23	34	5,33	58	18,20	82	51,49
-13	0,199	11	1,31	35	5,63	59	19,05	83	53,40
-12	0,218	12	1,40	36	5,95	60	19,92	84	55,70
-11	0,238	13	1,50	37	6,27	61	20,84	85	57,60
-10	0,260	14	1,59	38	6,63	62	21,81	86	60,20
-9	0,285	15	1,71	39	6,99	63	22,81	87	62,40
-8	0,311	16	1,82	40	7,36	64	23,86	88	65,00
-7	0,338	17	1,94	41	7,76	65	25,01	89	67,50
-6	0,369	18	2,06	42	8,20	66	26,20	90	71,00
-5	0,400	19	2,19	43	8,64	67	27,38	91	72,70
-4	0,437	20	2,34	44	9,10	68	28,31	92	75,70
-3	0,476	21	2,49	45	9,57	69	29,80	93	78,40
-2	0,509	22	2,64	46	10,10	70	31,10	94	82,50
-1	0,560	23	2,82	47	10,62	71	32,45	95	84,50
0	0,612	24	2,98	48	11,15	72	34,10	96	87,70
1	0,660	25	3,17	49	11,75	73	35,45	97	91,00
2	0,706	26	3,36	50	12,35	74	37,00	98	94,30
3	0,760	27	3,56	51	12,99	75	38,45	99	97,70
								100	101,30

Психрометр состоит из двух термометров: обыкновенного (сухого) и смоченного (мокрого). Шарик смоченного термометра постоянно смачивается водой через кусочек материи (багис, сложенная вдвое марля и т. п.), погруженной в стаканчик с водой. Смоченный термометр укрепляют так, чтобы шарик находился от поверхности воды в стаканчике на 3..4 см.

При испарении воды показания смоченного термометра понижаются, и тем больше, чем суше воздух.

При определении относительной влажности воздуха в помещениях психрометр следует укреплять на стене в месте, наиболее характерном по температурному и влажностному режиму данного цеха. Не следует вешать психрометр вблизи окон, дверей, источников теплоты и в местах движения воздуха.

Относительную влажность воздуха определяют по разности показаний сухого и смоченного термометров по психрометрическим таблицам (приложения 1...3).

Пр и м е р. Показания сухого и смоченного термометров су-

шилки соответственно 40 и 35 °С. Требуется определить относительную влажность воздуха в сушилке.

Психрометрическая разность составляет $40 - 35 = 5$ °С.

В приложении 2 в графе «Температура сухого термометра» отыскиваем температуру 40 °С и движемся вниз по столбцу до пересечения со строкой, соответствующей психрометрической разности 5 °С. Цифра 71 соответствует искомой величине влажности сушильного воздуха.

Влагосодержанием воздуха (удельным, или приведенным, массосодержанием) называют массу водяного пара, находящегося во влажном воздухе, отнесенную к 1 кг сухого воздуха. Влагосодержание воздуха обозначают через x (кг/кг) или через d (г/кг):

$$x = d/1000 = G_{\text{п}}/G_{\text{с.в}} = 622p_{\text{п}}/(B - p_{\text{п}}) = 622\varphi p_{\text{п}}/(B - \varphi p_{\text{п}}),$$

где $G_{\text{п}}$ и $G_{\text{с.в}}$ — масса пара и сухого воздуха в смеси соответственно, кг.

Плотность влажного воздуха $\rho_{\text{см}}$ (кг/м³) зависит от двух изменяющихся в процессе сушки параметров — температуры и парциального давления водяного пара:

$$\rho_{\text{см}} = [1,293 \cdot 273 / (273 + t)](1 - 0,378 p_{\text{п}} / B).$$

Удельная энтальпия влажного воздуха (кДж на 1 кг сухого воздуха) используется в сушильной технике в качестве теплофизической характеристики. Рассчитывается приближенно по формуле

$$I_{\text{см}} = 1,004t + [(d/1000)(2500 + 1,842t)].$$

Сушильная способность воздуха представляет собой разность между влагосодержанием воздуха при полном насыщении ($\varphi = 100$ %) и влагосодержанием этого воздуха в данных условиях (при данных температуре и давлении), т. е. характеризуется количеством влаги, которое может поглотить 1 кг воздуха до полного его насыщения.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СУШКИ

При сушке макаронных изделий конвективным способом нагретый сушильный воздух выполняет следующие функции:

отдает материалу энергию (теплоту), необходимую для превращения воды в пар;

поглощает испаряющийся с поверхности изделий пар;

отводит от поверхности изделий испарившийся пар. В связи с этим чем выше температура воздуха, тем интенсивнее происходит испарение влаги из материала; чем ниже его относительная влажность, тем интенсивнее он будет поглощать испаряющуюся влагу. Кроме того, интенсивность высушивания зависит от ско-

рости движения воздуха над материалом: чем выше скорость воздуха, тем быстрее отводится от материала испарившаяся влага. Следовательно, основными параметрами сушильного воздуха, определяющими скорость высушивания изделий, являются температура t , относительная влажность φ и скорость движения воздуха v . Естественно, продолжительность сушки определяется и свойствами материала, в частности плотностью и толщиной заготовок макаронных изделий.

Во время высушивания перемещение влаги из внутренних слоев изделий к наружным происходит под влиянием *градиента влажности* ΔW , т. е. разницы во влажности слоев, возникающей в результате испарения влаги с поверхности изделий и осушения наружных слоев. Градиент влажности направлен к центру высушиваемых изделий, т. е. в направлении, противоположном перемещению влаги, и величина его тем больше, чем интенсивнее происходит осушение наружных слоев (рис. 48, а). Явление перемещения влаги под влиянием градиента влажности называют *лагопроводностью* или *концентрационной диффузией*.

При прогреве высушиваемых изделий возникает также *градиент температуры* Δt , под влиянием которого влага стремится переместиться внутрь материала, т. е. по направлению теплового потока. Это явление называют *термовлагопроводностью* или *термической диффузией*.

В самом начале сушки концентрационная и термическая диффузии направлены в противоположные стороны, и направление движения влаги в изделиях зависит от того, какой из двух видов диффузии преобладает. Однако в силу небольшой толщины сырые макаронные изделия довольно быстро прогреваются, происходит выравнивание температуры слоев, и градиент температуры становится практически равным нулю. Поэтому в дальнейшем процессе сушки макаронных изделий при постоянной температуре сушильного воздуха главная роль принадлежит концентрационной

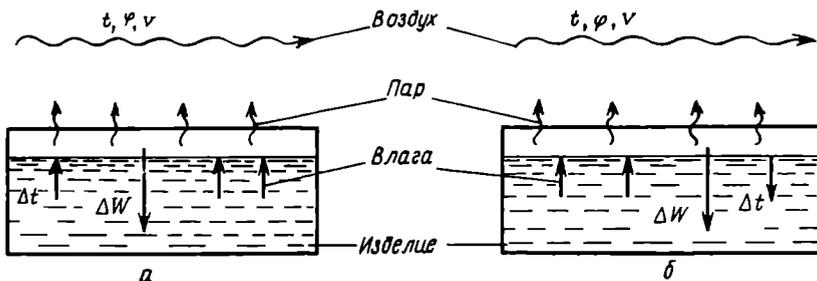


Рис. 48. Схема удаления влаги из изделий:

а — при сушке; б — при охлаждении

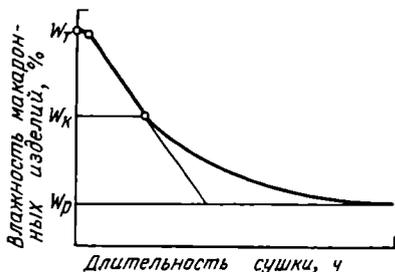


Рис. 49. Кривая сушки

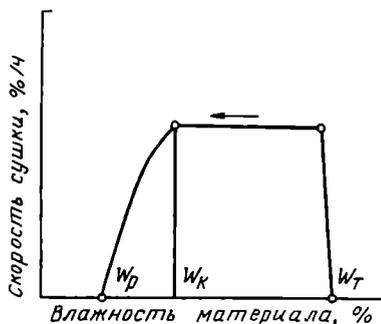


Рис. 50. Кривая скорости сушки

диффузии. При попадании же изделий в менее теплую среду (например, при их охлаждении) перемещение влаги в толще изделий будет идти как за счет влагопроводности, так и вследствие термо-влагопроводности (рис. 48, б).

Процесс сушки макаронных изделий графически изображают в виде кривой сушки, характеризующей изменение средней влажности изделий во времени. Характерный вид кривой сушки макаронных изделий представлен на рис. 49.

Начальный небольшой участок кривой указывает на прогрев сырых изделий с начальной влажностью W_T . Для этого участка характерно незначительное снижение влажности вследствие того, что концентрационная и термическая диффузии направлены в противоположные стороны.

Затем происходит изменение влажности по прямой линии. Во время этого периода, называемого периодом постоянной скорости сушки, происходит удаление из изделий менее прочносвязанной осмотической влаги.

При некотором значении влажности изделий, которое называют критическим W_K , наблюдается снижение скорости удаления влаги и наступает период падающей скорости сушки. В этот период происходит удаление главным образом влаги, адсорбционно связанной и прочно удерживаемой белковыми веществами.

В сушильной технике используют также кривые скорости сушки, которые обычно строят методом графического дифференцирования по кривым сушки: скорость сушки в данный момент определяется как тангенс угла наклона касательной, проведенной через точку кривой сушки (рис. 50).

При сушке макаронных изделий воздухом с постоянной сушильной способностью (постоянные температура, влажность и скорость перемещения) влажность высушиваемых изделий постепенно приближается к определенному значению, которое называется *равновесной влажностью* W_p (см. рис. 49 и 50). Иными

словами, сушильному воздуху с определенными параметрами соответствует определенная равновесная влажность изделий, которая не снизится, сколько бы они ни омывались этим воздухом.

Для правильного выбора режимов сушки, стабилизации, охлаждения и хранения макаронных изделий очень важно знать величины их равновесной влажности при разных температурно-влажностных параметрах воздуха. Они определяются по кривым равновесной влажности (изотермам десорбции влаги), которые построены на основании экспериментальных данных тензометрическим (статическим) методом (рис. 51).

Пробы макаронных изделий помещают в эксикатор, в нижнюю часть которого наливают раствор серной кислоты определенной концентрации. Изделия периодически взвешивают, пока масса изделий не станет постоянной. Это свидетельствует о том, что изделия достигли состояния равновесия, которому соответствует определенная равновесная влажность продукта. Каждой определенной концентрации серной кислоты соответствует определенная влажность воздуха. Повторяя опыт при различных концентрациях серной кислоты, получают зависимость равновесной влажности продукта от влажности воздуха. Серии опытов проводят при различных температурах, получая изотермы десорбции — кривые равновесной влажности. Они могут быть также получены путем высушивания до постоянной массы изделий в атмосфере воздуха с постоянными значениями температуры и влажности.

При выборе режима сушки макаронных изделий надо использовать соответствующую кривую равновесной влажности. Так, если изделия сушат воздухом температурой 50 °С, то по соответствующей кривой (см. рис. 51) можно определить, что для достижения изделиями влажности, например, 13 % относительная

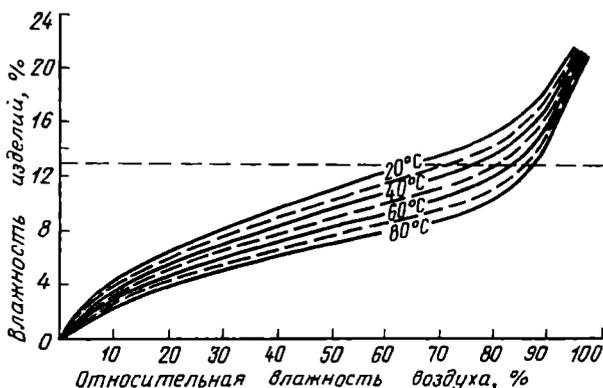


Рис. 51. Кривые равновесной влажности макаронных изделий

влажность воздуха должна быть не выше примерно 80 %. Если же влажность воздуха при этой температуре будет, например, 85 %, то изделия высохнут только до влажности примерно 14,5 %.

Изотермы десорбции влаги из макаронных изделий имеют S-образный характер, типичный для коллоидных тел. Нижняя часть кривых, обращенная выпуклой частью к оси влажности изделий, относится (по классификации форм связи влаги с материалом по А. В. Лыкову) к десорбции мономолекулярного слоя. Характер следующей части кривой указывает на наличие полимолекулярной адсорбции. И наконец, последний участок кривой, выпуклость которого обращена к оси влажности воздуха, указывает на наличие влаги капиллярной конденсации.

Из расположения изотерм десорбции следует, что с повышением относительной влажности воздуха равновесная влажность макаронных изделий возрастает, особенно резко — в интервале влажности воздуха 80...95 %. С увеличением же температуры воздуха равновесная влажность снижается.

Для определения равновесной влажности макаронных изделий И. М. Савина предложила следующие формулы:

для интервала относительной влажности воздуха от 10 до 55 %

$$W_p = A(0,01\phi) + B;$$

для интервала влажности воздуха от 55 до 100 %

$$W_p = D \lg[1/(1-0,01\phi)] + C,$$

где A, B, D, C — коэффициенты, учитывающие влияние температуры воздуха на величину равновесной влажности макаронных изделий; определяются по табл. 35.

Таблица 35

Значение коэффициентов A, B, C, D

Коэффициент	Температура воздуха, °C			
	20	32	48	60
A	0,27	0,25	0,22	0,20
B	2,0	1,5	1,0	0,5
C	17,21	16,90	16,55	14,92
D	9,36	8,9	6,05	4,83

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И ОХЛАЖДЕНИЯ

При выборе и разработке режимов сушки необходимо учитывать две основные особенности макаронных изделий как объекта сушки:

при снижении влажности изделий от 29...30 до 13...14 % про-

исходит сокращение их линейных и объемных размеров (усадка) на 6...8 %;

в процессе высушивания изменяются структурно-механические свойства изделий.

Характер изменения структурно-механических свойств высушиваемых макаронных изделий в значительной степени определяется параметрами сушильного воздуха, в первую очередь его температурой и влажностью.

В настоящее время в зависимости от температуры воздуха используют три основных режима конвективной сушки макаронных изделий:

традиционные низкотемпературные (НТ) режимы, когда температура сушильного воздуха не превышает 60 °С;

высокотемпературные (ВТ) режимы, когда температура воздуха на определенном этапе сушки достигает 70...90 °С;

сверхвысокотемпературные (СВТ) режимы, когда температура воздуха превышает 90 °С.

Рассмотрим особенности изменения структурно-механических свойств макаронных изделий при использовании указанных трех температурных режимов.

При низкотемпературных режимах поступающие на сушку сырые изделия являются пластичным материалом и сохраняют пластические свойства примерно до 20%-ной влажности. При снижении влажности примерно от 20 до 16 % они постепенно утрачивают свойства пластичного материала и приобретают свойства, характерные для упругого твердого материала. При этой влажности макаронные изделия являются упругопластичным телом.

Начиная примерно с 16%-ной влажности макаронные изделия становятся твердым упругим хрупким телом и сохраняют эти свойства до конца сушки.

При мягких режимах сушки, т. е. при медленном высушивании изделий воздухом с низкой сушильной способностью, перепад по влажности между наружными и внутренними слоями невелик, так как влага из более влажных внутренних слоев успевает переместиться к подсушенным наружным слоям. Темп испарения влаги с поверхности изделий соответствует темпу подвода влаги из внутренних слоев (см. рис. 48, а). Все слои изделий сокращаются приблизительно равномерно: усадка изделий увеличивается прямо пропорционально снижению их влажности (рис. 52, кривая 1).

При жестких режимах сушки, т. е. интенсивном высушивании изделий воздухом с высокой сушильной способностью, перепад по влажности между наружными и внутренними слоями достигает значительной величины вследствие того, что влага из внутренних слоев не успевает переместиться к наружным. При этом более сухие наружные слои стремятся сократить свою длину,

чему препятствуют более влажные внутренние слои — внутри изделий на границе слоев возникают напряжения, которые называются *внутренними напряжениями сдвига*. Величина этих напряжений тем значительнее, чем интенсивнее удаляется влага с поверхности изделий, чем в большей степени отстает темп подвода влаги из внутренних слоев и чем больше градиент влажности.

Усадка изделий при жесткой сушке происходит неравномерно (см. рис. 52, кривая 2): в начальный период сушки происходит интенсивная усадка, а затем она постепенно затухает.

Пока высушиваемые макаронные изделия сохраняют пластические свойства, возникающие внутренние напряжения сдвига рассасываются путем изменения формы изделий без разрушения их структуры (рис. 53).

Когда же изделия приобретают свойства упругого материала, возникающие внутренние напряжения сдвига, если они превышают определенное предельно допустимое, критическое значение, приводят к разрушению структуры изделий — появлению на поверхности изделий микротрещин, которые при интенсивном удалении влаги углубляются, соединяются между собой. Высушенные таким образом макаронные изделия очень непрочны, зачастую превращаются в лом или даже крошку.

Из изложенного вытекает важный вывод, что при низкотемпературном режиме сушки макаронные изделия можно высушивать при жестких режимах, не опасаясь появления в них трещин, примерно до 20%-ной влажности. При достижении продуктом этой влажности во избежание растрескивания необходимо проводить высушивание при мягких режимах, медленно удаляя влагу. Особенно осторожно следует удалять влагу на последних этапах сушки по достижении изделиями влажности 16 % и ниже.

Этот вывод находит практическое применение при сушке изделий в сушилках поточных линий, в

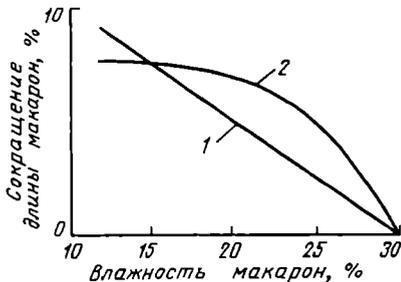


Рис. 52. Кривые усадки макарон при режимах сушки:

1 — мягком; 2 — жестком

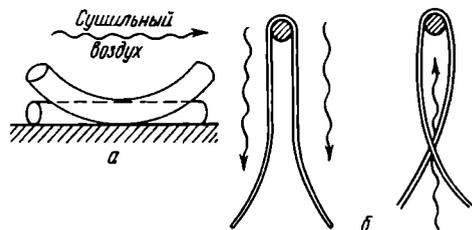


Рис. 53. Деформация сырых макаронных изделий при жестком режиме сушки:

а — на рамке; б — на бастуне

которых используются низкотемпературные режимы сушки, где процесс сушки разделен на два этапа — предварительную и окончательную сушку.

Однако и на первом этапе удаления влаги из изделий степень жесткости режима имеет свои ограничения, поскольку чрезмерно быстрое осушение поверхностного слоя сырых изделий сухим воздухом температурой около 60 °С может привести к его отслаиванию, к образованию чешуйчатой поверхности изделий, вследствие того что влага не успеет подойти к поверхности из внутренних слоев плотной структуры тестовых заготовок. Кроме того, при таком режиме сушки резкое превращение влаги изделий в пар может привести к образованию пузырьков в толще еще пластичных изделий. Поэтому чем выше температура воздуха в начале сушки, тем выше должна быть его влажность.

На выходе из сушилки макаронные изделия имеют температуру, приблизительно равную температуре сушильного воздуха. Поэтому перед упаковкой их надо охладить до температуры упаковочного отделения, иначе неконтролируемый процесс дальнейшего испарения влаги из теплых упакованных изделий будет продолжаться в упаковке, а при использовании герметичной упаковки, например полиэтиленовых пакетов, произойдет конденсация влаги на внутренней поверхности упаковки.

Предпочтительнее использовать медленное охлаждение в течение не менее 4 ч, в процессе которого изделия омываются воздухом температурой 25...30 °С и относительной влажностью 60...65 %. При этом происходит *стабилизация изделий*: окончательное выравнивание влажности по всей толще изделий, рассасывание внутренних напряжений сдвига, которые могли остаться после интенсивной сушки изделий, а также некоторое снижение массы остывающих изделий за счет испарения из них 0,5...1,0 % влаги.

Быстрое охлаждение высушенных изделий интенсивной обдувкой в охладителях различных конструкций или остывание их на ленточных транспортерах при подаче на упаковку менее желательны: несмотря на то что готовые изделия за короткое время (около 5 мин) успевают остыть до температуры цеха и последующей усушки их в упаковке не происходит, за такой короткий промежуток времени внутренние напряжения сдвига в нестабилизированных изделиях не только не успевают исчезнуть, но увеличиваются за счет испарения влаги с поверхности изделий и увеличения градиента влажности. И если изделия были подвергнуты жесткой сушке, то растрескивание и превращение их в лом и крошку могут произойти уже после упаковывания.

Таким образом, увеличение внутренних напряжений сдвига при быстром охлаждении изделий обусловлено тем, что резкое снижение температуры поверхностного слоя изделий ведет к быстрому испарению из него влаги. И хотя возникающий при этом

градиент температуры направлен в ту же сторону, что и градиент влажности, — внутрь изделия, влага не успевает подойти из внутренних слоев к поверхности в силу низкой теплопроводности плотной структуры высушенных изделий (см. рис. 48, б).

При высокотемпературных и сверхвысокотемпературных режимах сушки, когда температура воздуха превышает соответственно 70 и 90 °С, макаронные изделия остаются в пластическом состоянии вплоть до 16...13%-ной влажности (в зависимости от температуры). В этом случае критическая влажность изделий W_k (см. рис. 49), т. е. момент перехода материала из пластического состояния в упругое, перехода от постоянной скорости сушки к падающей скорости, снижается практически до величины влажности готовых макаронных изделий. Поэтому возникает возможность использования таких режимов на всем протяжении сушки, значительно сокращая ее продолжительность. Однако в этом случае во избежание растрескивания высушенных изделий особенно тщательно следует проводить стабилизацию и охлаждение изделий — без дальнейшего испарения из них влаги. Для этого температурно-влажностные условия стабилизации и охлаждения высушенных изделий должны соответствовать одинаковой равновесной влажности их, т. е. на уровне 13 %. Например, если стабилизация высушенных изделий осуществляется при 70 °С, то относительная влажность воздуха должна составлять порядка 85 % (равновесная влажность изделий при этих параметрах составляет 13 % — см. рис. 51), и после стабилизации изделия можно сразу охлаждать воздухом в цехе с температурой 20...25 °С и относительной влажностью около 65 %: эти параметры соответствуют той же величине равновесной влажности (13 %), поэтому испарения влаги с поверхности изделий при охлаждении не будет.

На основании вышеизложенного можно заключить, что основной причиной возникновения напряжений внутри высушиваемых макаронных изделий, которые приводят к изменению формы или к образованию трещин в изделиях (в зависимости от соотношения пластических и упругих свойств высушиваемых изделий), является отставание внутреннего переноса влаги от испарения влаги из поверхностных слоев изделий. Это обуславливает возникновение значительного градиента влажности, величина которого может служить мерой опасности растрескивания высушиваемых изделий.

Характер зависимости градиента влажности от двух основных факторов: относительной влажности и температуры сушильного воздуха, приведенный на рис. 54, показывает, что при постоянной температуре повышение влажности воздуха ведет к снижению градиента влажности, а при постоянной влажности воздуха незначительные изменения градиента влажности возникают при низких и высоких температурах. Эти особенности предопределя-

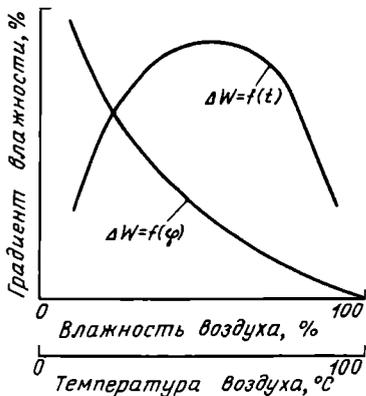


Рис. 54. Зависимость градиента влажности макаронных изделий от температуры и влажности сушильного воздуха

ют выбор оптимальных параметров разных режимов и способов сушки, используемых на практике, которые мы рассмотрим в следующих подразделах.

Сравнивая влияние разных температурных режимов (НТ, ВТ и СВТ) на качество макаронных изделий, надо отметить, что высокотемпературные режимы способствуют улучшению качества изделий по ряду показателей.

Итальянскими, французскими, швейцарскими и немецкими исследователями было выявлено благотворное влияние температур сушки в пределах 70...90 °С на цвет высушенных изделий: в результате тепловой инактивации фермента полифенолоксидазы за-

медляется или предотвращается процесс ферментативного потемнения и цвет изделий становится более светлым по сравнению с изделиями, полученными в результате традиционной низкотемпературной сушки.

Дальнейшее увеличение температуры сушки (сверхвысокотемпературные режимы) уже не сказывается на улучшении цвета изделий, но возникает опасность неферментативного потемнения изделий в результате протекания реакции Майяра. Для предотвращения этой реакции относительная влажность воздуха при температуре выше 90 °С должна быть не меньше 80 %.

Исследованиями проф. П. Ризмини и д-ра Дж. Далбона (Италия) выявлено положительное влияние высокотемпературной сушки и на варочные свойства макаронных изделий: сокращается время варки до готовности, снижается клейкость сваренных изделий, улучшается их консистенция. При этом улучшающее воздействие высоких температур сушки на варочные свойства проявляется в большей степени при изготовлении изделий из продуктов помола мягкой пшеницы, чем твердой.

Для выявления механизма такого действия указанными авторами были исследованы структуры срезов замороженных проб сырых, сухих и сваренных изделий, сфотографированных электронным микроскопом.

В полученных микрофотографиях срезов сырых изделий из крупки и хлебопекарной муки видны целые гранулы крахмала и кусочки оболочек зерна пшеницы, равномерно распределенные в клейковинном геле.

На микрофотографиях сколов сухих изделий, высушенных

при традиционных режимах, наблюдается, как и на микрофотографиях сырых изделий, целостность гранул крахмала, распределенных в клейковинном геле (матрице). Это говорит о том, что во время традиционной сушки при температуре не выше 60 °С структура крахмальных гранул не изменяется и денатурации белков не происходит.

На микрофотографиях срезов тех же изделий после варки наблюдаются полное разрушение внутренней структуры гранул крахмала и образование фиксированной решетки из коагулированных белков, причем в изделиях из крупки твердой пшеницы решетка не имеет разрывов, а в изделиях из хлебопекарной муки она неоднородна, с разрывами. Это объясняется тем, что в изделиях из хлебопекарной муки связующая способность клейковины ниже, чем в изделиях из крупки твердой пшеницы, поэтому при варке клейстеризующиеся зерна крахмала в изделиях из хлебопекарной муки частично разрывают не успевшую еще зафиксироваться белковую решетку.

На микрофотографиях же сколов сухих изделий как из крупки, так и из хлебопекарной муки, высушенных при высокотемпературных режимах, можно наблюдать образовавшуюся фиксированную белковую решетку, в которую заключены гранулы крахмала. Иначе говоря, структура макаронных изделий, высушенных при высокотемпературном режиме, подобна структуре сваренных изделий. Причем и в изделиях из хлебопекарной муки белковая решетка не имеет разрывов, поскольку высокие температуры при сушке способствуют ее фиксированию, а отсутствие избытка влаги ведет не к набуханию зерен крахмала, а только к разрушению их внутренней структуры.

Такой предварительной варкой изделий при высокотемпературной сушке объясняется и более короткая продолжительность варки до готовности изделий по сравнению с изделиями, высушенными при низких температурах.

Уменьшение клейкости изделий, полученных высокотемпературной сушкой, обусловлено тем, что фиксирующаяся в процессе сушки белковая матрица прочно удерживает клейстеризующиеся во время варки зерна крахмала. В противоположность этому фиксирование белковой матрицы в изделиях традиционной низкотемпературной сушки происходит только во время варки изделий параллельно с набуханием крахмальных гранул, которые могут нарушить целостность еще не сформировавшейся белковой матрицы, частично перейти в варочную жидкость, придать клейкость сваренным изделиям и ухудшить их консистенцию.

Наконец, надо отметить, что условия, создаваемые при традиционной сушке макаронных изделий, практически соответствуют оптимальным условиям для развития различных микроорганизмов. Исследования показывают, что при температуре сушки в

пределах 30...50 °С в 1 г изделий может содержаться до 10^6 и выше колоний микроорганизмов, среди которых могут быть опасные для организма человека сальмонеллы и стафилококки, не погибающие при варке изделий. Сушка же при температуре 70 °С снижает этот показатель до 10^2 ... 10^3 кол/г, причем в большей степени при увеличении влажности воздуха. А при температуре сушки 80...90 °С и относительной влажности воздуха около 80 % происходит практически полная пастеризация макаронных изделий.

СУШКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ

Как было упомянуто выше, для сушки макаронных изделий в настоящее время используются различные температурные режимы. Оптимальным режимом сушки определенного вида макаронных изделий следует считать такой режим, при котором получаются изделия лучшего качества (в первую очередь по прочности, цвету и кислотности) при наименьших продолжительности сушки и затрате энергии.

Однако на практике не всегда удается создать и строго поддерживать оптимальные режимы сушки, поскольку приходится работать при таких режимах, которые можно осуществить на данном сушильном оборудовании и в данных условиях. Приходится создавать так называемые рациональные режимы сушки, по возможности приближая их к оптимальным. В частности, несмотря на все преимущества прогрессивных высокотемпературных режимов сушки, для их реализации требуется специальное оборудование. Поэтому в отечественной промышленности пока широко используются режимы низкотемпературной сушки.

Самым старым способом сушки, который положил начало использованию низкотемпературных режимов, является сушка макаронных изделий на открытом воздухе — солнечная, или неаполитанская, сушка, первоначально использовавшаяся на юге Италии. При такой сушке длинные изделия, развешенные на жерди, а короткие — рассыпанные на полотношнере, сушили днем на солнце, а на ночь заносили в подвал. В зависимости от толщины изделий такой процесс естественного высушивания длился 3...5 сут. Медленное испарение влаги из изделий способствовало получению прочного продукта, обладающего особым ароматом вследствие накопления в нем молочной кислоты.

Несколько позже появились камерные, а затем шкафные сушилки, в которых макаронные изделия сушили при температуре 30...50 °С в зависимости от температуры и ассортимента от 5...8 (для коротких изделий) до 16...24 ч (для макарон). Камерные сушилки, т. е. отдельные помещения, в которых создают опреде-

ленные температурно-влажностные условия, и особенно шкафные сушилки с интенсивной обдувкой изделий воздухом при помощи индивидуального для каждого шкафа вентилятора (чаще с индивидуальным воздушонагревателем) широко применяются и в настоящее время главным образом в макаронных цехах малой производительности для сушки макарон в лотковых кассетах и короткорезанных изделий на рамках.

Следующим важным этапом в совершенствовании технологии и техники сушки макаронных изделий явилось внедрение в конце 40-х — начале 50-х годов нашего столетия сушилок непрерывного действия: тоннельных — для подвесной сушки длинных изделий и конвейерных — для сушки коротких изделий.

Рассмотрим подробнее основные режимы и способы низкотемпературной сушки, используемые на отечественных макаронных предприятиях.

Сушка макарон в шкафных сушилках. Для сушки макарон в шкафных сушилках используют лотковые кассеты (см. рис. 46). Высушивание осуществляют обычно в шкафных бескалориферных сушилках типов ВВП, 2ЦАГИ-700, «Диффузор».

Сушилка ВВП (рис. 55) состоит из деревянного шкафа 4 глубиной 1600 мм, шириной 1260 мм и высотой 2010 мм. Каркас шкафа изготавливают из деревянных брусков, которые обшивают фанерой. На крышке шкафа крепят кожух 3 с электродвигателем 1 с насаженным на его вал осевым вентилятором 2. Лопастей вентилятора расположены внутри кожуха, направляющего поток воздуха в шкаф, а электродвигатель — вне кожуха, перед вентилятором.

В шкаф сушилки устанавливают 156 двойных кассет 5: два ряда по глубине, три — по ширине и 26 кассет по высоте. Вместимость шкафа по сухим изделиям равна 600 кг. При использовании одинарных кассет их устанавливают по глубине в четыре ряда.

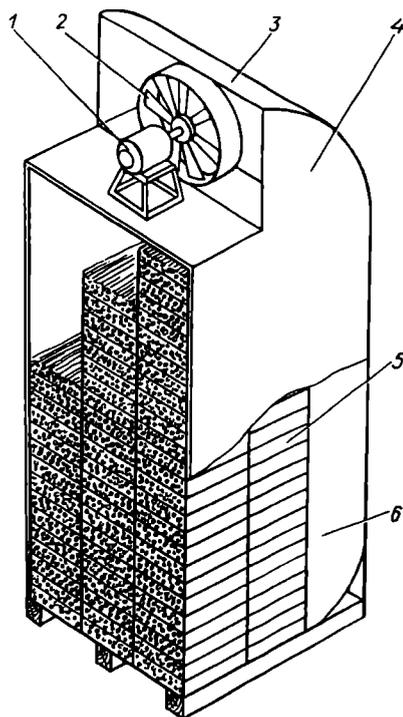


Рис. 55. Шкафная бескалориферная сушилка ВВП

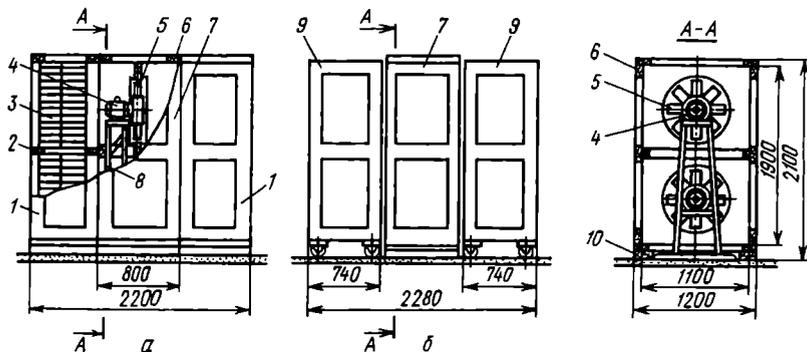


Рис. 56. Шкафная бескалориферная сушилка 2ЦАГИ-700:

a — со шкафами; *б* — с подкатными вагонетками

После установки кассет в шкаф между задней стенкой и торцами внутренних рядов кассет образуется канал *б*, связанный с кожухом отверстием в крышке шкафа. Для уменьшения потерь напора воздуха кожух и нижняя часть канала выполнены по радиусу.

В сушилке 2ЦАГИ-700 осуществляется усиленная прямоточная продувка воздуха через макароны. Сушилка (рис. 56) состоит из вентиляционной установки *7* с двумя реверсивными осевыми вентиляторами *5* марки ЦАГИ-700, расположенными друг над другом. Сушилка снабжена двумя шкафами *1* (рис. 56, *a*) или двумя подкатными вагонетками *9* (рис. 56, *б*).

Каркас вентиляционной установки изготавливают из деревянных брусков *6*. Вентиляционную установку и шкафы ставят на установочные бруски *10*.

Вентиляционная камера и шкафы (или вагонетки) разделены по высоте горизонтальной перегородкой *2* на две равные части. Стенки, дно и крышки вентиляционной камеры и шкафов обшивают фанерой.

Электродвигатели *4*, на осях которых насажены вентиляторы, крепятся на металлической сварной опоре *8*. Перед электродвигателями с вентиляторами устанавливают предохранительные сетки.

В каждый шкаф или вагонетку устанавливают по 78 двойных кассет *3*: по одной кассете в глубину, по три — в ширину и 26 кассет в высоту. Вместимость сушилки по сухим макаронам составляет 600 кг.

Сушилка типа «Диффузор» (рис. 57) состоит из вентиляционной установки *б* с односторонним или двусторонним (как показано на рисунке) диффузором и соответственно одного или двух

шкафов 1. Вместо шкафов могут быть использованы одна или две вагонетки 8, которые подкатываются и крепятся стяжками.

Реверсивный вентилятор 4 марки ЦАГИ-700 устанавливают в коллекторе 5. Электродвигатель 3 вентилятора крепится в трубе на металлической сварной опоре 7. С обоих торцов трубу закрывают предохранительными металлическими сетками.

В каждый шкаф или вагонетку входят, как и в сушилке 2ЦАГИ-700, 78 двойных кассет 2. Вместимость сушилки с двусторонним диффузором составляет 600 кг сухих макарон.

Высушивание изделий в шкафных бескалориферных сушилках производится следующим образом.

Кассеты, заполненные сырыми макаронами, укладывают либо на тележки, которые отвозят в сушильное отделение, где кассеты устанавливают на полки шкафов сушильных аппаратов, либо в шкафы-вагонетки, которые вплотную ставят к сушильным шкафам.

Кассеты на полках сушильных аппаратов или в вагонетках укладывают в несколько рядов по ширине и высоте. По глубине устанавливают не более четырех рядов одинарных или двух рядов двойных кассет.

Макароны сушат, продувая воздух через макаронные трубки, лежащие в кассетах. При этом используется воздух сушильного отделения, параметры которого поддерживаются на постоянном уровне (сушка с постоянной сушильной способностью воздуха), а именно: температура 30...35 °С, относительная влажность 65...70 %. Воздух в сушильном помещении нагревается либо от батареи радиаторов отопления, либо калорифером, через который в помещение нагнетается свежий воздух взамен части отсасываемого из помещения увлажненного отработавшего воздуха.

Для более равномерного высушивания периодически, через

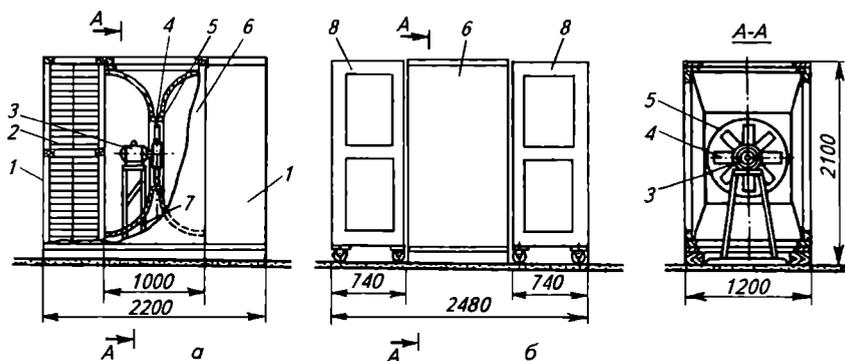


Рис. 57. Шкафная бескалориферная сушилка типа «Диффузор»:

а — со шкафами; б — с подкатными вагонетками

1 ч, меняют направление движения воздуха в сушильных установках на противоположное, переключая электродвигатель на работу в обратном направлении, т. е. реверсированием электродвигателя.

Продолжительность сушки при указанных параметрах воздуха должна составлять от 20 (для макарон большого диаметра) до 24 ч (для макарон малого диаметра). Стремление сократить продолжительность сушки путем использования более сухого воздуха или увеличением скорости движения воздуха приводит к получению большого количества растрескавшихся макарон. С другой стороны, необходимо следить, чтобы влажность воздуха в сушильном отделении не увеличивалась более 70...75 % во избежание закисания и плесневения макарон, особенно во внутренних рядах кассет.

При сушке в лотковых кассетах макароны подвергают обдувке воздухом с внутренней и наружной поверхностей трубочек. Однако из-за неравномерного соприкосновения макарон происходит неравномерное удаление влаги с их поверхности, а следовательно, неравномерная усадка изделий. Это приводит к сильному искривлению изделий во время сушки, что значительно снижает их качество, увеличивает расход тары для упаковки. Кроме того, тесное соприкосновение трубочек в кассете и невозможность быстро удалить влагу в начальной стадии сушки зачастую приводят к слипанию трубок между собой, образованию слитков.

Существенными недостатками данного способа сушки являются также затраты большого количества ручного труда и тяжелые климатические условия для работы в сушильном отделении — повышенные влажность и температура. Однако этот способ сушки макарон не требует сложного дорогостоящего оборудования и больших производственных площадей.

С целью устранения ручного труда на ряде макаронных предприятий были созданы механизированные поточные линии по производству макарон с сушкой в лотковых кассетах.

Сушилки механизированных поточных линий конструируют из нескольких шкафных аппаратов, устанавливаемых в один или два ряда. С обеих сторон аппаратов (в однорядных сушилках) или между рядами аппаратов (в двухрядных сушилках) медленно перемещаются стопки кассет с высушиваемыми макаронами. Сушилки обычно заключают в кожух, что позволяет интенсифицировать процесс сушки путем использования более высоких температур воздуха — до 40...45 °С с одновременным увеличением влажности до 70...75 %.

В качестве примера на рис. 58 приведена схема сушилки конструкции Волгоградской макаронной фабрики. Она состоит из вентиляционных установок 5 сушилок 2ЦАГИ-700, размещенных вплотную друг к другу боковыми стенками, и двух цепных транс-

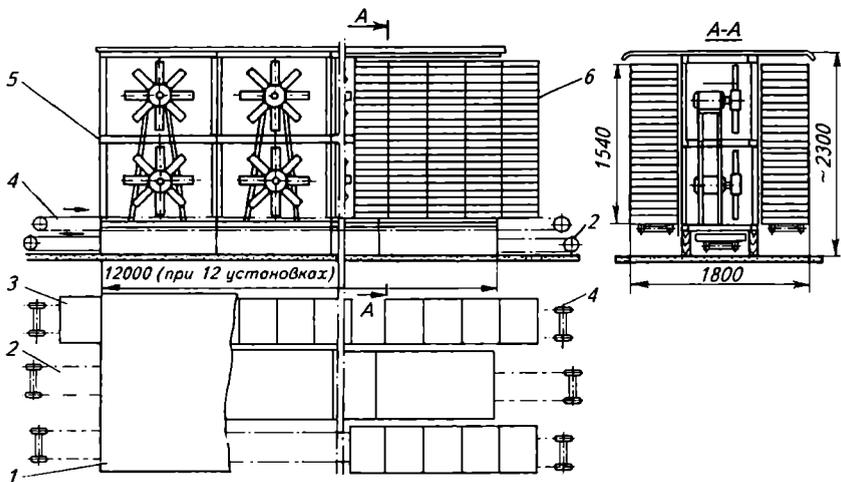


Рис. 58. Сушилка конструкции Волгоградской макаронной фабрики для сушки макарон в лотковых кассетах

портеров 4, расположенных по обе стороны этих установок. Каждый транспортер состоит из двух параллельных цепей, движущихся по направляющим. Оба транспортера имеют общий привод от электродвигателя через два последовательно расположенных червячных редуктора. Ширина каждого транспортера 500 мм, длина зависит от числа вентиляционных установок.

Кассеты 6 с сырыми макаронами укладываются стопками (по 22 кассеты высотой по 70 мм) на поддоны 3, предварительно уложенные на цепные транспортеры. Для большей устойчивости стопок желательно использовать двойные кассеты, но можно и одинарные.

Возврат порожних поддонов и кассет к месту загрузки производится транспортером 2, который расположен под рядом вентиляционных установок. Привод транспортера осуществляется от индивидуального электродвигателя через червячный редуктор. Линейная скорость движения этого транспортера 14 см/мин.

Вентиляторы в соседних сушильных установках вращаются в противоположные стороны, что обеспечивает изменение направления движения воздуха через макаронные трубки в кассетах при движении их на транспортерах. С обеих торцевых сторон сушильной камеры расположены герметически закрывающиеся двери, а наверху — крыша 1.

Поддоны, устанавливаемые на транспортеры, изготавливают из 8-миллиметровой фанеры. На каждый поддон устанавливают по две стопки двойных кассет или по четыре одинарных.

Чаще всего используют конструкцию сушилки с десятью вентиляционными установками, которая не обеспечивает достаточной продолжительности сушки и требует использования сушильного воздуха с повышенной сушильной способностью. Поэтому для выработки прочных макарон необходима сушилка с большим числом вентиляционных установок.

Сушка короткорезаных изделий в шкафных сушилках. Для сушки короткорезаных изделий тоже могут быть использованы представленные выше бескалориферные шкафные сушилки. В этом случае изделия распределяют слоем 2...3 см на сетчатых рамках, которые друг над другом устанавливают в сушилку. Однако для этих целей в настоящее время большое распространение в цехах небольшой производительности получили шкафные сушилки разнообразных конструкций с индивидуальными воздухонагревателями: чаще — электрическими с батареей ТЭНов мощностью 3...8 кВт, реже — паровыми калориферами.

Принцип высушивания остается прежним: вентилятор осуществляет непрерывное движение воздуха внутри шкафа, прогона его над поверхностью изделий, рассыпанных на рамках. Однако в данном случае шкаф закрывается дверцами, и благодаря наличию воздухонагревателя (обычно перед вентилятором) и отверстий с шиберами для регулирования подсоса свежего воздуха и выброса части отработавшего воздуха в шкаф можно устанавливать необходимые режимы сушки с температурой воздуха до 60...65 °С и относительной влажностью до 80 % (за счет испарившейся из изделий влаги). В связи с этим имеется возможность, с одной стороны, варьировать параметры сушки в широких диапазонах и, с другой стороны, поддерживать их на заданном уровне с достаточной степенью точности.

Для сушки короткорезаных изделий в закрытых шкафных сушилках можно применять разнообразные варианты режимов, например:

сушка с постоянной сушильной способностью воздуха при температуре 45...50 °С и относительной влажности 70...80 % до влажности изделий 13,5...14,4 %;

трехстадийный режим сушки: первая стадия — предварительная сушка при температуре 55...60 °С и относительной влажности воздуха 70...80 % до влажности изделий 20...21 %; вторая стадия — отволаживание в течение 30...45 мин при отключении обогрева и вентиляции и при закрытых дверцах сушилки: влага из изделий при этом не испаряется, происходит выравнивание влажности изделий по всей массе; третья стадия — окончательная сушка при температуре 40...45 °С и относительной влажности воздуха 70...75 % до влажности изделий 13,5...14,5 %.

Кривые сушки изделий по этим двум режимам приведены на рис. 59.

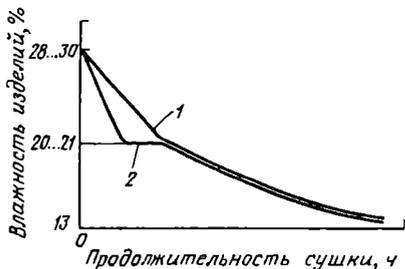


Рис. 59. Кривые сушки изделий в закрытых шкафовых сушилках:

1 — при постоянной сушительной способности воздуха; 2 — при трехстадийном режиме

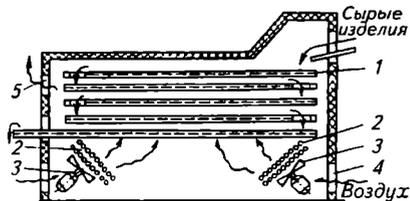


Рис. 60. Схема установки для первичной подсушки короткорезанных изделий

В обоих случаях длительность сушки зависит от формы изделий, толщины слоя изделий на рамках, скорости движения воздуха и определяется экспериментальным путем.

После окончания сушки целесообразно стабилизировать изделия путем медленного остывания в шкафу в течение 2...3 ч при отключенном нагреве и вентиляции и при закрытых дверцах.

Некоторые фирмы, в частности «Паван» (Италия), предлагают поставку шкафовых сушилок для короткорезанных изделий в комплекте с установкой для первичной подсушки — трабатто.

Назначение этой установки — создание на поверхности сырых короткорезанных изделий подсушенной корочки, препятствующей слипанию изделий в процессе их дальнейшей сушки в слое на рамках.

В верхней части корпуса установки для первичной подсушки (рис. 60) расположено пять (или три, или одна) сетчатых прямоугольных рамок 1, а в нижней части — два осевых вентилятора 3 с калориферами 2. Три сетчатые рамки соединены с одной парой шатунов, две другие сетчатые рамки — с другой парой и расположены между первыми тремя рамками. Оба набора сетчатых рамок подвешены на деревянных подвесках. В рабочей секции рамки совершают возвратно-поступательное движение, причем когда рамки, соединенные между собой одной парой шатунов, двигаются в одну сторону, другие рамки, соединенные другой парой шатунов, — в противоположную. Полуфабрикат на сетках трех нечетных рамок перемещается в одном направлении, а на сетках двух четных рамок — в противоположном.

Сырые изделия поступают на верхнюю сетчатую рамку установки, по которой перемещаются в противоположную сторону и через окно в сетке падают на сетку второй рамки. Далее полуфабрикат изделий таким же образом перемещается последовательно по всем сеткам и с пятой сетки нижней рамки выходит из

установки через лоток выгрузки с противоположной от загрузки стороне.

Находясь на сетках, сырые изделия непрерывно обдуваются горячим воздухом, проходящим через сетки рамок снизу вверх. Воздух в установку засасывается из помещения через регулируемые окна 4 в торцевых щитах обшивки корпуса и нагнетается через водяные калориферы (или электронагреватели) под сетку нижней рамки.

Влажный воздух удаляется центробежным вентилятором через окно 5.

Сырые изделия на сетках установки находятся в постоянном движении, т. е. не образуют слоя даже минимальной толщины, что исключает возможность их слипания.

Изделия в пятирамочной установке для первичной подсушки находятся 2...3 мин. При температуре сушильного воздуха 35...45 °С и его относительной влажности 60...70 % влажность изделий за счет испарения влаги с их поверхности снижается на 2...3 %.

По выходе из установки подсушенные изделия распределяют на рамках для окончательной сушки в шкафных сушилках.

Сушка короткорезанных изделий в паровых конвейерных сушилках. Основная масса короткорезанных изделий в нашей стране высушивается в паровых конвейерных сушилках типов КСК-4Г-45 и КСК-4Г-90.

Паровая конвейерная сушилка КСК-4Г-45 (рис. 61) состоит из сварного стального каркаса, на котором крепятся все механизмы и обшивка сушилки. Боковые и торцевые стороны сушилки состоят из плотно закрывающихся дверей с резиновыми прокладками. Двери выполнены из термоизоляционного материала, обшитого листовым железом.

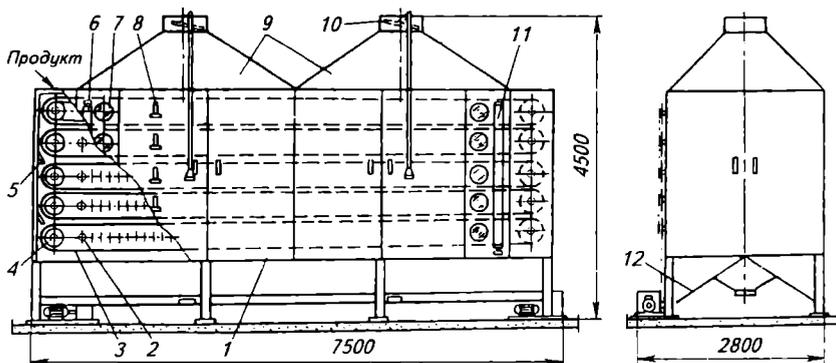


Рис. 61. Паровая конвейерная сушилка КСК-4Г-45

Внутри сушильной камеры 1 проходят пять ленточных конвейеров 3. Ширина каждого конвейера 2000 мм, диаметры барабанов 4340 мм, Сушильная поверхность рабочей ветви каждого конвейера 9 м², следовательно, общая сушильная поверхность сушилки составляет 45 м². Калорифер 2 каждого конвейера состоит из двух последовательно соединенных батарей. Каждая батарея представляет собой две продольные трубы с отверстиями, в которые вварено 16 поперечных труб. На поперечных трубах навиты металлические полоски так, что образуется 100 ребер на 1 м длины трубы. Пар подается к каждому калориферу через впускной коллектор 6, а выходит через коллектор 11. Контроль давления пара, поступающего в калориферы, осуществляется с помощью манометров, установленных на впускном коллекторе и на входе пара в калориферы. Регулирование давления пара, а следовательно, температуры воздуха в сушилке производят вручную вентилями на входе пара в калориферы.

Для создания тяги над сушилкой установлено два вытяжных зонта 9, переходящих в вытяжные трубы. Отсос воздуха производится осевыми вентиляторами, регулирование количества отсасываемого воздуха — шиберами 10.

Сырые изделия распределяются раскладчиком на ленте верхнего транспортера сушилки, медленно перемещаются в противоположную сторону, сыпаются на ленту следующего транспортера и т. д. до нижнего транспортера, который подает их на выгрузку. Ленты соседних транспортеров движутся в противоположные стороны. Изделия пересыпаются с ленты на ленту по наклонным щиткам 5.

На верхней лентой каждого транспортера установлен ворошитель, который представляет собой вал с закрепленными на нем по винтовой линии пальцами. Вал расположен поперек ленты, и при его вращении пальцы ворошат высушиваемые изделия, предотвращая образование слитков.

Для наблюдения за работой сушилки в крайних боковых дверцах предусмотрены окна 7. Ссыпаящаяся с лент транспортеров мучель (мучель — мелкие остатки сухих изделий в виде крупинки и пылевидных частицы) собирается в нижней части сушилки на поддонах 12.

Визуальный контроль температуры воздуха над каждой лентой сушилки осуществляют при помощи термометров 8, установленных над каждой лентой (или на пульте управления сушилкой).

Привод конвейеров сушилки осуществляется от двух электродвигателей. Вал каждого электродвигателя через клиноременную передачу соединен с вариатором-редуктором, от которого через червячную и цепную передачи вращение передается приводным барабанам конвейеров. Приводной барабан каждого последующего конвейера (считая сверху) вращается с несколько меньшей частотой, тем самым обеспечивая более медленное движение

ленты, а следовательно, бóльшую толщину слоя продукта по мере его высыхания. Регулируя частоту вращения приводных барабанов вариатором, можно в определенных пределах изменять толщину слоя изделий на лентах транспортеров и продолжительность пребывания изделий в сушилке.

Паровая конвейерная сушилка КСК-4Г-90 конструктивно отличается от предыдущей сушилки только длиной. Общая сушильная поверхность лент сушилки 90 м². Продолжительность сушки изделий в ней может быть в два раза больше, чем в сушилке КСК-4Г-45, следовательно, возникает возможность смягчения режима сушки.

При сушке макаронных изделий в паровых конвейерных сушилках слои изделий, лежащих на лентах транспортеров, пронизываются воздухом, который засасывается через днище и выбрасывается в верхней части сушилки. Свежий воздух подогревается нижним калорифером до температуры 50...60 °С и относительной влажности 15...20 %. Затем подогретый сушильный воздух проходит через слой изделий, лежащих на нижнем транспортере, отдает им часть теплоты и увлажняется. Пройдя через второй калорифер, воздух снова нагревается примерно до той же температуры, проходит через слой изделий, лежащих на ленте второго транспортера, и т. д. до верхнего транспортера. Параметры обработавшего сушильного воздуха на выходе из сушилки примерно следующие: температура 50...55 °С, относительная влажность около 50 %. Такой режим сушки называется режимом с повышающейся сушильной способностью воздуха: по мере высыхания изделия обдуваются более сухим воздухом. Этот режим нежелателен для сушки макаронных изделий, так как по мере высыхания изделий во избежание их растрескивания необходимо не интенсифицировать, а снижать интенсивность удаления из них влаги.

Продолжительность сушки изделий при указанных параметрах составляет в зависимости от ассортимента изделий и марки сушилки от 30 (для тонкой вермишели) до 90 мин (для рожков и ракушек с толстой стенкой). Толщина слоя изделий на лентах должна составлять не более 5 см. При этом зачастую для охлаждения изделий обогрев нижней ленты отключают, высушивая изделия только на четырех верхних лентах. Однако такой прием целесообразно применять при отсутствии в цехе охладителей или бункеров-накопителей, и только при использовании сушилок типа КСК-4Г-90. При возможности же всегда следует стремиться к более длительному высушиванию изделий в паровых конвейерных сушилках и к смягчению режима сушки в них.

Применение жестких режимов сушки в паровых конвейерных сушилках — вынужденная мера, поскольку за ограниченно короткий промежуток времени необходимо полностью высушить изделия. Это часто приводит к образованию трещин на поверхности высушиваемых изделий, особенно трубчатых (перья,

рожки) и фигурных (ракушки и др.) с толщиной стенок 2 мм и более. Но несмотря на это, сушка короткорезанных изделий в паровых конвейерных сушилках остается пока самой распространенной на отечественных предприятиях главным образом за счет большой производительности этих сушилок при небольших габаритных размерах, а также из-за относительной простоты их обслуживания, надежности в работе и сравнительно небольшой стоимости.

Указанные выше температуры воздуха над лентами транспортеров сушилки можно изменять в ту или иную сторону (изменением давления пара в калориферах и количества удаляемого вентиляторами воздуха) в зависимости от марки сушилки, вида изделий, диаметра или толщины их стенок и других факторов. В каждом конкретном случае желательно строить кривую сушки по результатам анализов влажности изделий в конце каждого транспортера. При этом характер кривой сушки должен приближаться к классическому виду (см. рис. 49).

Рассмотрим в качестве примеров несколько вариантов кривой сушки, построенной по результатам измерения влажности изделий в конце транспортеров паровой конвейерной сушилки.

Пунктирная кривая на рис. 62 является оптимальной кривой сушки, к которой надо стремиться. Влажность изделий после первого (верхнего) яруса снижается примерно до 20...21 % с последующим плавным удалением влаги на нижерасположенных ярусах примерно до 14%-ной влажности продукта, выходящего из сушилки, с учетом удаления оставшегося 1 % влаги при последующем остывании.

Режим сушки, при котором кривая сушки имеет характер кривой 1 (см. рис. 62), возможен, но все же желательно несколько повысить температуру над лентой верхнего транспортера, уве-

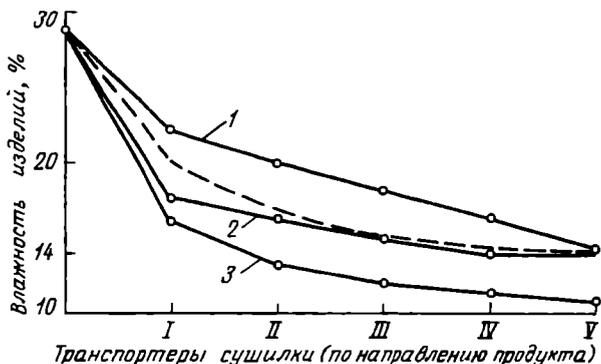


Рис. 62. Варианты кривых сушки короткорезанных изделий в паровых конвейерных сушилках

личив давление пара в его калориферах. Если при этом влажность изделий на выходе из четвертого транспортера снизится до 13,5...14,5 %, обогрев воздуха на нижнем пятом транспортере можно отключить. В этом случае создаются условия для медленного остывания изделий в самой сушилке. Однако такой прием нецелесообразно использовать в сушилках КСК-4Г-45 в связи с малой продолжительностью пребывания в них изделий. Лучше проводить сушку в этой сушилке на всех пяти ярусах, предварительно понизив температуру сушки на всех ярусах.

Режим сушки по варианту, при котором кривая сушки имеет вид кривой 2 (см. рис. 62), хотя и позволяет достичь в конце сушилки требуемой влажности изделий, но приводит к расслоению поверхности и к образованию пузырьков воздуха в толще изделий вследствие чрезмерно быстрого удаления влаги на верхней ленте сушилки. В данном случае надо снизить температуру воздуха на верхнем ярусе и несколько увеличить ее на втором и третьем ярусах.

Наконец, третий вариант сушки (см. рис. 62, кривая 3) совсем неприемлем, так как наряду с только что отмеченными дефектами изделия будут пересушиваться и растрескиваться в результате чрезмерно жесткого режима. Кроме того, пересушка изделий приводит к убыткам из-за перевеса упаковываемой продукции. При этом пересушка изделий на каждый 1 % влажности при отсутствии контроля влажности приводит к потере предприятием на перевесе продукции в среднем 11,5 кг на каждую тонну продукции.

Для смягчения режима сушки и получения более прочных изделий рекомендуется устанавливать последовательно две паровые конвейерные сушилки. В этом случае первая сушилка выполняет роль предварительной, а вторая — окончательной.

Таблица 36

Рекомендуемые режимы сушки короткорезанных изделий на липнях с двумя

Вид изделий	Первая сушилка (предварительная) КСК-4Г-45				
	Давление пара в калориферах, кПа, не менее	Толщина слоя сырых изделий на верхней ленте, мм, не более	Температура воздуха, °С, не более	Продолжительность сушки, мин, не менее	Влажность изделий в конце камеры, %, не более
Вермишель и мелкие фигурные изделия	100	60	60	20	18
Лапша	100	60	65	20	18
Рожки, перья и крупные фигурные изделия	100	50	70	20	18

Рекомендуемые лабораторией макаронного производства ВНИИХП параметры сушки при использовании двух паровых конвейерных сушилок приведены в табл. 36.

Выходящая из паровых конвейерных сушилок продукция должна медленно остыть до температуры упаковочного отделения (если она не была охлаждена на нижней ленте сушилки) и стабилизироваться. Для этой цели используют бункерные стабилизаторы-накопители, один из вариантов которых конструкции Уфимской макаронной фабрики представлен на рис. 63.

Стабилизатор-накопитель состоит из пяти прямоугольных бункеров 5 (количество их может быть большим или меньшим) с наклонными днищами. Бункера выполнены из листовой стали и соединены между собой при помощи сварки. Вся конструкция установлена на опорах 6 из труб.

Бункера загружаются ленточным транспортером 3, на который наклонным элеватором 10 подаются изделия из сушилки. В воздуховод 4 с ответвлениями центробежным вентилятором 11 нагнетается воздух, сдувающий изделия с ленточного транспортера в приемные отверстия 2 бункеров. Загрузка продукцией того или иного бункера регулируется заслонками, которыми снабжены ответвления воздуховодов.

Накопитель оборудован вытяжной вентиляцией 1, которая отключается по мере заполнения соответствующего бункера.

Бункера разгружаются через выходные щели в днищах, снабженные задвижками: при открывании задвижки стабилизированная продукция при помощи вибрототка 8 с приводом 9 подается на ленточный транспортер 7, который направляет изделия на упаковку.

Как мы уже не раз говорили, быстрое охлаждение выходящих из сушилки теплых изделий нежелательно вследствие увеличения

последовательно установленными паровыми конвейерными сушилками

Вторая сушилка (окончательная) КСК-4Г-90 (или КСК-4Г-45)

Давление пара в калориферах, кПа, не менее	Толщина слоя сырых изделий на верхней ленте, мм, не более	Температура воздуха, °С, не более	Продолжительность сушки, мин, не менее
100	60	50	40
100	60	55	60
100	50	60	90

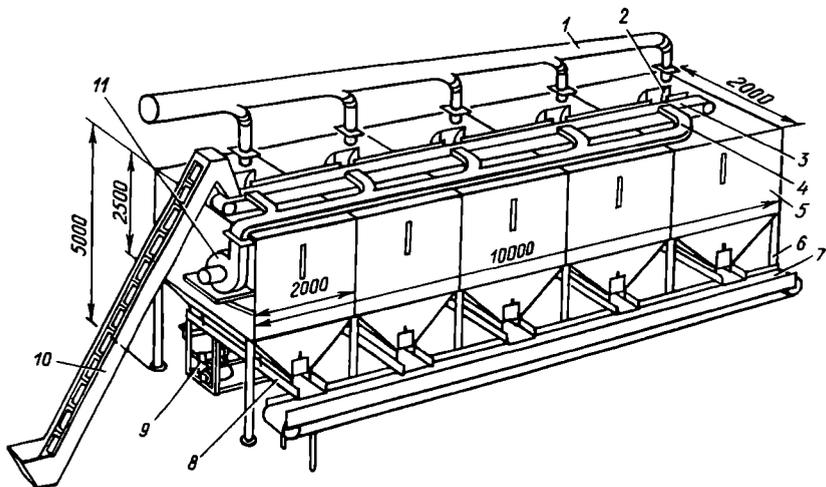


Рис. 63. Стабилизатор-накопитель для короткорезанных изделий конструкции Уфимской макаронной фабрики

в них внутренних напряжений. Однако при отсутствии стабилизаторов-накопителей часто приходится применять охладители с интенсивной продувкой слоя изделий воздухом помещения.

Наиболее распространен виброохладитель (рис. 64). Он представляет собой короб 3, в днище которого укреплены подшипники качения 9, которые опираются на раму 10, изготовленную из уголкового стали. Внутри короба ступенчато расположены девять

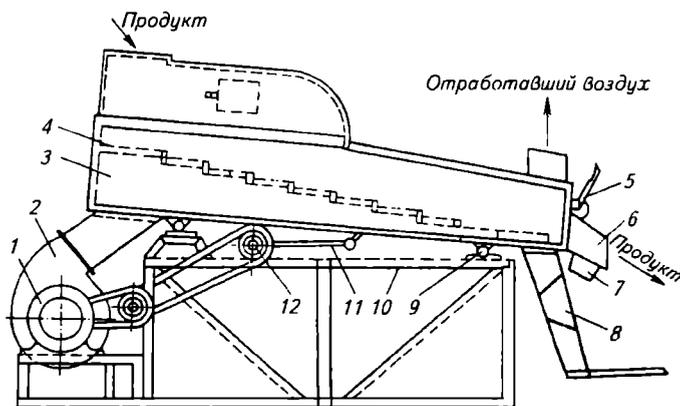


Рис. 64. Виброохладитель

полок 4, к выходной части короба прикреплен лоток 6. К днищу лотка прикреплены постоянные магниты 7 для улавливания металломагнитной примеси. Толщину слоя продукта, проходящего через лоток в подставленный на кронштейн 8 ящик или мешок, регулируют заслонкой, перемещаемой рукояткой 5.

Вибрационные колебания короб получает от электродвигателя 1 через клиноременную передачу, эксцентрик 12 и толкатель 11. Короб совершает 250 колебаний в минуту. Центробежный вентилятор 2, подающий воздух внутрь короба, вращается от того же электродвигателя через муфту, укрепленную на его оси.

Сушка короткорезанных изделий в сушилках автоматизированных поточных линий. Сушка короткорезанных макаронных изделий в сушилках автоматизированных поточных линий с применением традиционных низкотемпературных режимов проводится в три этапа: первичная подсушка, предварительная и окончательная сушка.

Назначение первичной подсушки и установку для ее осуществления мы рассмотрели выше (см. рис. 60). Остановимся теперь на стадиях предварительной и окончательной сушки, для проведения которых чаще всего используют конвейерные сушилки, хотя получают распространение и другие типы сушилок, в частности барабанные, где изделия в процессе сушки находятся в постоянном движении. Однако нет принципиальных различий в режимах сушки на линиях разных типов.

В качестве примера рассмотрим низкотемпературный режим сушки на линиях фирмы «Брайбанти» (Италия) с конвейерными сушилками.

Предварительная сушилка, схема которой приведена на рис. 65, представляет собой теплоизолированный и герметизированный тоннель, внутри которого расположены один над другим девять ленточных транспортеров.

Сырые изделия, равномерно распределенные по всей ширине

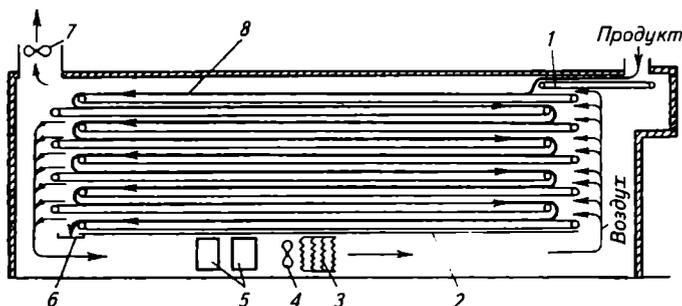


Рис. 65. Схема предварительной сушилки фирмы «Брайбанти» для короткорезанных изделий

рабочей ветви ленты верхнего транспортера 8 сушилки, раскладчиком 1 направляются в противоположный конец сушилки, где ссыпаются на рабочую ветвь второго транспортера. Этот транспортер перемещает изделия в обратном направлении, после чего они ссыпаются на рабочую ветвь третьего транспортера и т. д. до выхода подсушенных изделий из сушилки с рабочей ветви последнего, девятого транспортера. Здесь изделия ссыпаются на вибролоток 6, который выводит их из сушилки.

При движении на транспортерах предварительной сушилки изделия обдуваются сушильным воздухом при помощи двух осевых вентиляторов 4, установленных под перекрытием 2, отделяющим сушильную камеру от пространства между полом и перекрытием. Засасываемый вентилятором через отверстия 5 свежий воздух прогоняется через водяной калорифер 3, состоящий из ребристых труб, в котором он подогревается. Подогретый воздух направляется в торцевую часть сушилки, расположенную под загрузочным отверстием, и проходит над слоями высушиваемых изделий, находящихся на рабочих ветвях лент транспортеров. Отработавший воздух с меньшей температурой и большей влажностью выходит в противоположной торцевой части, расположенной над выгрузочным лотком. Воздух частично отсасывается из сушилки вытяжным вентилятором 7 и выбрасывается в помещение сушильного цеха, а частично идет на рециркуляцию, смешиваясь с новыми порциями свежего воздуха.

Система обдувки изделий сушильным воздухом в предварительной сушилке линии «Брайбанти» организована таким образом, что на протяжении всего времени пребывания полуфабриката в ней он обдувается воздухом практически с постоянной сушильной способностью.

В щитах обшивки тоннеля сушилки расположены двери, люки и окна, которые обеспечивают свободный доступ к внутренним механизмам. Двери, люки и окна, а также все стыки щитов имеют надежные уплотнения, предохраняющие их от неорганизованного подсоса воздуха из помещения внутрь сушилки.

Каждый транспортер сушилки состоит из приводного и натяжного барабанов с натянутой на них бесконечной сетчатой лентой из синтетического материала. Все транспортеры движутся с одинаковой скоростью, которую, изменяя передаточное число редуктора, можно устанавливать в пределах 0,756...1,168 м/мин, регулируя тем самым продолжительность предварительной сушки в пределах от 84 до 55 мин.

Система блокировки предохраняет ленты от перегрузки в случае скопления полуфабриката. Она располагается перед каждым приводным барабаном в местах пересыпки полуфабриката с одной ленты на другую.

Температура и относительная влажность воздуха в сушилке

контролируются системой автоматического регулирования. Для визуального контроля параметров сушильного воздуха в боковых стенках сушилки установлены психрометры.

Окончательная сушилка фирмы «Брайбанти» состоит из тоннеля, 11 ленточных транспортеров с приводом от одного электродвигателя, выводного вибрационного лотка, системы вентиляции и подогрева сушильного воздуха.

Тоннель окончательной сушилки конструктивно ничем не отличается от тоннеля предварительной сушилки.

Конструкция транспортеров в этой сушилке также подобна конструкции транспортеров в предварительной сушилке. Однако в окончательной сушилке транспортеры движутся с разными скоростями, что достигается при помощи звездочек, установленных на приводных барабанах, которые имеют разное число зубьев (разный диаметр). Скорости последующих транспортеров постепенно уменьшаются. Вследствие этого увеличивается толщина слоя изделий на нижерасположенных транспортерах. Это способствует снижению интенсивности удаления влаги из материала на последних этапах сушки, а также уменьшению общей длины транспортеров сушилки.

Привод транспортеров сушилки обеспечивает ступенчатое регулирование скорости движения ленточных транспортеров на четыре диапазона (изменением передаточного числа редуктора). Эти скорости дают возможность изменять продолжительность окончательной сушки в пределах от 6,8 до 10,5 ч.

Таким образом, минимальное время сушки короткорезанных изделий в сушилках линии составляет 7,7 ч, максимальное — 11,9 ч.

Система вентиляции и подогрева воздуха в окончательной сушилке фирмы «Брайбанти» (рис. 66) состоит из четырех групп осевых вентиляторов 4 с индивидуальными электродвигателями, калориферов 1 из ребристых труб, которые находятся перед вентиляторами, и труб обогрева пола. Каждая группа имеет четыре вентилятора, расположенные один над другим по вертикальной оси. Группы вентиляторов установлены симметрично по две с правой и левой сторон сушилки между каркасом тоннеля и наружной обшивкой. Вентиляторы подают воздух через калориферы двумя потоками, направленными навстречу друг другу по правой и левой сторонам сушилки. Далее подогретый воздух поступает под рабочие ленты всех транспортеров 3, проходит через сетчатую ленту каждого транспортера и слой изделий, лежащих на ней, затем идет между слоем изделий и холстой ветвью соседнего верхнего транспортера к обеим торцевым стенкам сушилки, обдувая изделия сверху. Из торцевых частей сушилки воздух засасывается теми же вентиляторами на рециркуляцию.

Описанный выше путь сушильного воздуха обеспечивается

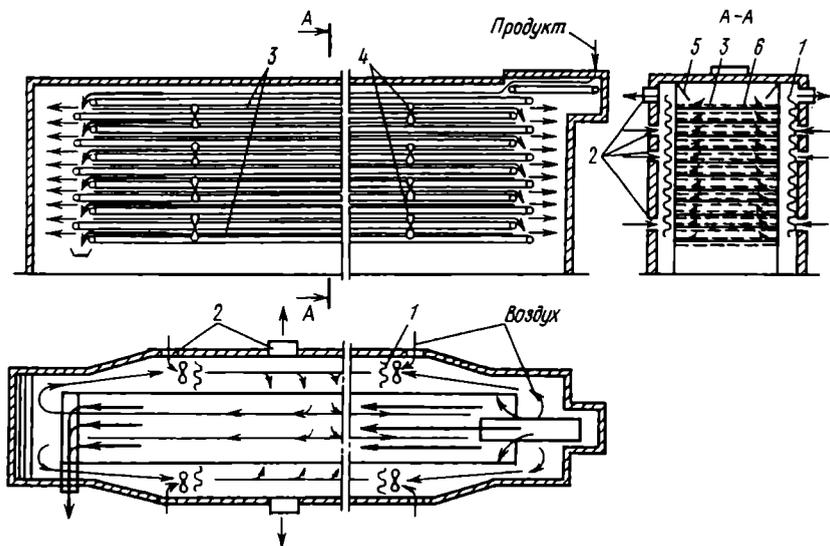


Рис. 66. Схема окончательной сушилки фирмы «Брайбанти» для короткорезанных изделий

наличием боковых 5 и потолочных 6 щитков. Боковые щитки обеспечивают вход сушильного воздуха только под рабочие ветви лент, а потолочные — вдоль торцевых сторон сушилки между полуфабрикатом и холостой ветвью ленты верхнего транспортера. Рабочие ветви транспортеров отделены друг от друга, в результате чего сушильный воздух проходит через слой изделий, лежащих на лентах.

Подсос свежего воздуха в сушилку из помещения и выброс влажного воздуха из сушилки в помещение проводятся через отверстия 2, расположенные в боковых стенках сушилки. Соотношение подсосываемого и выбрасываемого воздуха изменяется поворотом заслонок в отверстиях: заслонки открываются и закрываются одновременно посредством автоматических регуляторов, тем самым поддерживая температурно-влажностный режим в сушилке на заданном уровне.

Для получения высококачественного прочного продукта в сушилках автоматизированных поточных линий с низкотемпературной сушкой используются более мягкие режимы, чем в паровых конвейерных сушилках. Рекомендованные фирмой «Брайбанти» параметры сушки приведены в табл. 37.

Сушка длинных изделий подвесным способом в сушилках автоматизированных поточных линий. Длинные макаронные изделия (вермишель и лапша разных видов, макароны соломка и особые)

**Рекомендуемые параметры низкотемпературной сушки короткорезающих изделий
в сушилках автоматизированных поточных линий**

Сушильная установка	Параметры сушильного воздуха		Толщина слоя сырых изделий на верхней ленте, мм, не более	Продолжительность сушки, не менее	Влажность полуфабриката в конце сушильной установки, %, не более
	температура, °С	влажность, %			
Установка для предварительной подсушки	35...45	60...70	—	2—3 мин	27...28
Предварительная сушилка	37...47	60...70	60	40 мин	20...22
Окончательная сушилка	40...50	70...80	50	8 ч	13,3...13,5
Стабилизатор-накопитель	25...30	60...65	—	—	13

сушат подвесным способом с использованием низкотемпературных режимов сушки главным образом в сушилках автоматизированных поточных линий Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ. Удаление влаги из сырых изделий, развешенных на бастунах, проводится в два этапа: в предварительной и окончательной сушилках.

Предварительная сушилка Б6-ЛМВ (рис. 67) представляет собой теплоизолированный и герметизированный тоннель 5, в котором размещены три гребенчатых транспортера 1. Тоннель разделен перекрытием на два этажа, которые образуют две зоны сушки. В первой (нижней) зоне находится один гребенчатый транспортер, во второй (верхней) — два. Внизу сушилки проходит транспортер 7 возврата порожних бастунов. Каркас сушилки собирают из отдельных сварных секций, которые соединяют болтами. Внутри и снаружи каркаса установлены сборочные элементы сушилки.

Привод сушилки передает движение механизму перемещения бастунов 9 в горизонтальном направлении и цепному транспортеру 6, передающему бастуны с яруса на ярус (с одного гребенчатого транспортера на другой) или из предварительной сушилки в окончательную.

Бастуны в горизонтальном направлении перемещаются при помощи гребенчатых транспортеров. Каждый транспортер состоит из пары параллельных направляющих и гребенок. Направляющие прикреплены к внутренним поверхностям стенок сушилки, на которые ложатся цапфы бастунов с изделиями. Гребенки перемещаются по замкнутому четырехугольнику:

подъем — цапфы бастунов ложатся во впадины гребенок и приподнимаются над направляющими;

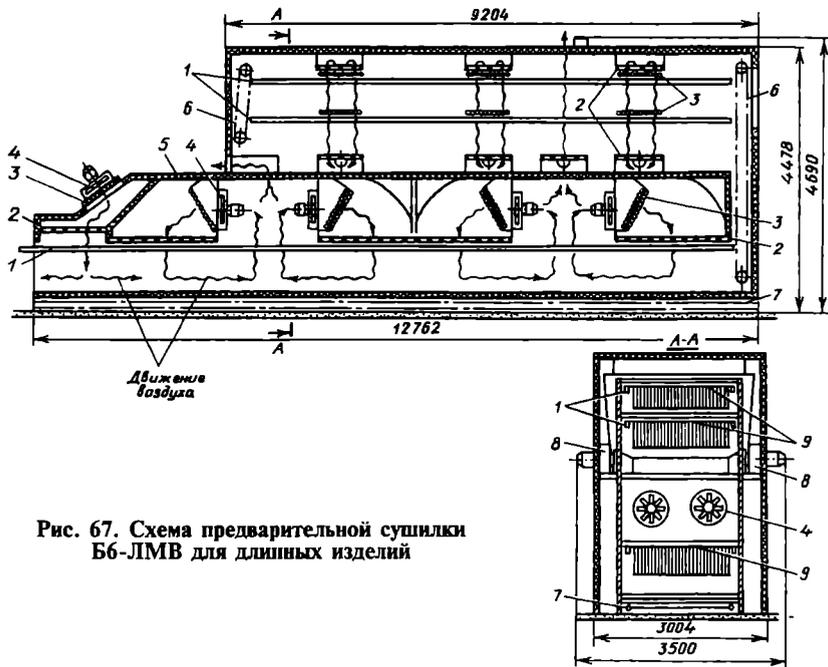


Рис. 67. Схема предварительной сушилки Б6-ЛМВ для длинных изделий

движение вперед — бастуны с изделиями перемещаются вдоль сушильного тоннеля на один шаг, равный 31 мм;

спуск — цапфы бастунов ложатся на направляющие, а гребенки опускаются вниз;

движение назад — бастуны остаются на месте, а гребенки делают холостой ход в обратном направлении.

Таким образом, бастуны с изделиями постепенно перемещаются вдоль тоннеля сушилки, причем на первом и третьем транспортерах — в одном направлении, а на втором — в противоположном.

Сушильный воздух подогревается с помощью водяных калориферов 3 из ребристых труб. Каждая зона сушки имеет свою систему подогрева воздуха.

В систему подогрева первой зоны вода температурой 80...90 °С подается непосредственно от центральной системы теплоснабжения фабрики. Для исключения конденсации водяных паров в нижней зоне сушилки в полу уложены трубы, по которым циркулирует горячая вода.

Система вентиляции первой и второй зон сушки работает с частичной рециркуляцией сушильного воздуха: влажный воздух из обеих зон сушки частично выбрасывается в помещение, а

частично смешивается с более сухим воздухом, поступающим в сушилку из помещения.

Вентилирование первой зоны осуществляется осевыми вентиляторами 4, расположенными попарно: два вентилятора около входа изделий в сушилку засасывают воздух из помещения, продувают его через калорифер, создают воздушную завесу и подают подогретый воздух в нижнюю зону; четыре пары вентиляторов обеспечивают рециркуляцию сушильного воздуха с продувкой его через калориферы. Часть влажного воздуха выбрасывается в помещение.

Вентиляция второй зоны производится восемью центробежными вентиляторами 8, расположенными попарно с боковых сторон сушилки. Три пары вентиляторов осуществляют рециркуляцию сушильного воздуха с частичным засосом воздуха из помещения, а одна пара отсасывает влажный воздух из первой и второй зон и выбрасывает его в помещение.

Для равномерной обдувки изделий подогретым воздухом в сушилке предусмотрены решетки 2. Обдувка изделий производится сверху вниз.

Заданные параметры сушильного воздуха (температура и относительная влажность) поддерживаются системой автоматического регулирования.

Обшивка каркаса тоннеля состоит из двух слоев отдельных щитов с уплотнением стыков между ними. Каждый внутренний щит имеет деревянный каркас, обшитый с обеих сторон картоном. Каркасы наружных щитов с внутренней стороны обшиты картоном, а с наружной — трудногоряемым бумажным слоистым пластиком. Между щитами находится слой заливочного пенопласта.

Назначение предварительной сушилки — быстрое удаление влаги из сырых макаронных изделий на том этапе, пока они обладают пластическими свойствами. Основная цель этой стадии заключается в сокращении общей продолжительности сушки макаронных изделий. Кроме того, быстрое снижение влажности препятствует развитию микробиологических процессов — закисанию и плесневению продукции.

Параметры сушильного воздуха в предварительной сушилке в зависимости от ассортимента высушиваемых изделий составляют: температура 35...45 °С, относительная влажность 65...75 %. Продолжительность предварительной сушки на линиях Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ около 3 ч, влажность выходящих из предварительной сушилки изделий не более 20 %.

Окончательная сушилка линии Б6-ЛМВ (рис. 68) представляет собой тоннель, обшивка которого такая же, как у предварительной сушилки. В тоннеле размещены пять гребенчатых транспортеров 6, перемещающих бастуны 12 с изделиями вдоль сушилки. С одного гребенчатого транспортера на другой,

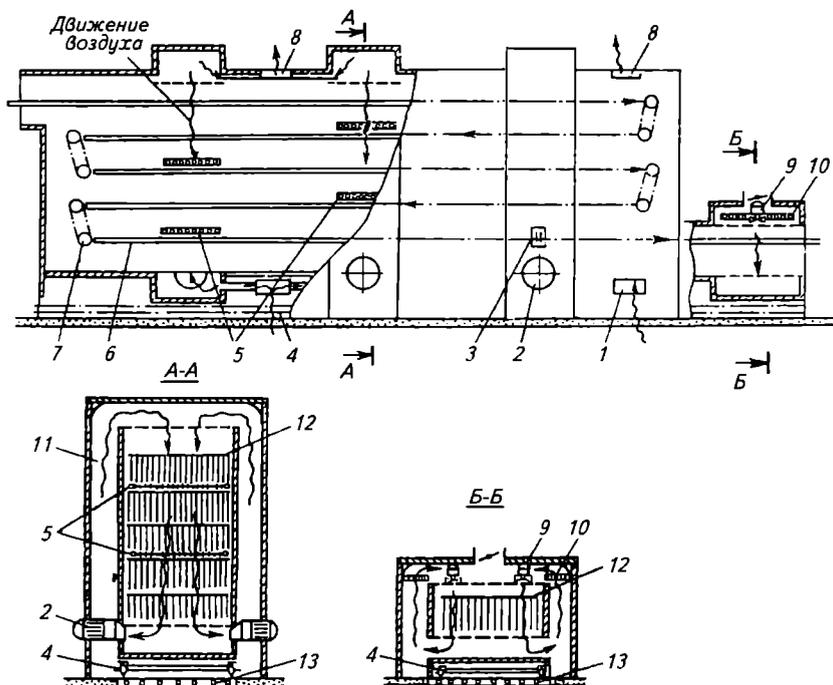


Рис. 68. Схема окончательной сушилки Б6-ЛМВ для длинных изделий

нижележащий, бастуны с изделиями перекадываются при помощи цепных перекадчиков 7.

Работа гребенчатых транспортеров подобна работе их в предварительной сушилке.

По длине тоннель сушилки разделен на три зоны сушки, между которыми размещены камеры отволаживания. Сушильный воздух в камерах сушки движется по каналам 11, расположенным сбоку и сверху камер. В каждой камере установлены два центробежных вентилятора 2 (с одной и другой стороны) и две секции водяных калориферов 5 из ребристых труб: в первой зоне — между вторым и третьим, четвертым и пятым ярусами, во второй и третьей зонах — между первым и вторым, третьим и четвертым ярусами.

Вентиляторы засасывают воздух, прошедший через изделия, которые размещены на пятом (нижнем) гребенчатом транспортере, и подают его по боковым каналам наверх. Отсюда он направляется в сушильную камеру, обдувая последовательно сверху вниз изделия на всех ярусах и подогреваясь в калориферах.

Свежий воздух засасывается в сушилку через отверстия 1 в

стенках камер отволаживания. Отработавший воздух выбрасывается в помещение через отверстия 8. Заслонки отверстий 1 и 8 открываются и закрываются автоматически.

Температура воздуха в зонах сушки, как и в предварительной сушилке, составляет 35...45 °С, а относительная влажность несколько выше — 70...85 %.

В зонах отволаживания относительная влажность воздуха близка к насыщению — к 100 %, поэтому влага с поверхности изделий не испаряется. В этих зонах происходит выравнивание влажности продукта по всем внутренним слоям: медленная миграция влаги внутри изделий к поверхности, откуда была удалена влага во время нахождения изделий в предыдущей зоне сушки. При этом снижается градиент влажности внутри изделий, расслаиваются внутренние напряжения сдвига.

Таким образом, удаление влаги из полуфабриката производится в окончательной сушилке ступенчато: периоды сушки постоянно чередуются с периодами отволаживания. Такой режим называется *пульсирующим режимом сушки*, в результате чего образуются прочные изделия со стекловидным изломом.

В конце окончательной сушилки установлены два осевых вентилятора 9, которые засасывают воздух из помещения, продувают его через калориферы 10 и создают воздушную завесу, препятствующую поступлению воздуха в сушилку в месте выхода бастунов с высушенными изделиями.

В нижней части сушильного тоннеля проходит цепной транспортер 4 возврата порожних бастунов к саморазвесу линии. Для исключения конденсации водяных паров под сушилкой уложены трубы 13, по которым циркулирует горячая вода.

Температура и влажность сушильного воздуха поддерживаются на заданных уровнях системой автоматического регулирования. Для визуального контроля температуры и влажности воздуха в зонах сушки установлены психометры 3.

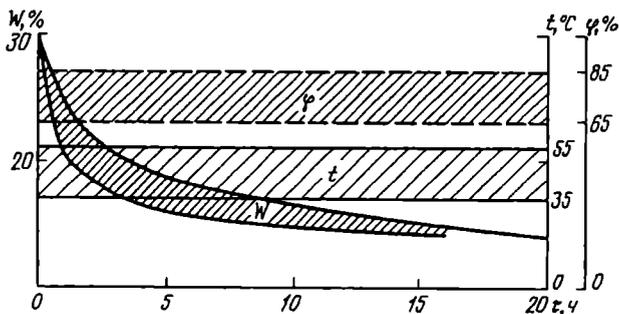


Рис. 69. Диаграмма варьирования параметров низкотемпературных режимов сушки длинных макаронных изделий

Продолжительность окончательной сушки продукции зависит от ассортимента и в среднем составляет на линии Б6-ЛМВ 11...12 ч, на линии Б6-ЛМГ 14...15 ч.

Выходящие из камеры окончательной сушки изделия влажностью около 13,5 % направляются на стабилизацию и остывание в стабилизатор-накопитель тоннельного типа.

Более конкретные режимы низкотемпературной сушки длинных макаронных изделий на автоматизированных поточных линиях с подвесной сушкой, рекомендованные лабораторией макаронного производства ВНИИХП, приведены в табл. 38, а на рис. 69 представлена диаграмма сушки длинных макаронных из

Таблица 38

Рекомендуемые режимы низкотемпературной сушки длинных изделий подвесным способом в сушилках автоматизированных поточных линий

Параметры	Значения параметров
<i>Предварительная сушилка</i>	
Температура воздуха, °С:	
нижний ярус:	
производство вермишели	33...38
производство лапши и макарон	35...40
верхние ярусы:	
производство вермишели	38...43
производство лапши и макарон	40...45
Относительная влажность воздуха, %:	
нижний ярус:	
производство вермишели	65...75
производство лапши и макарон	65...75
верхние ярусы:	
производство вермишели	70...80
производство лапши и макарон	65...75
Продолжительность сушки, мин, не менее	150
Влажность полуфабриката в конце яруса, %:	
первого	26...24
второго	24...22
третьего	22...20
<i>Окончательная сушилка</i>	
Температура воздуха в зонах сушки, °С:	
в первой (нижней) зоне:	
производство вермишели	37...47
производство лапши и макарон	40...50
во второй (верхней) зоне:	
производство вермишели	35...45
производство лапши и макарон	38...48
Относительная влажность воздуха в зонах сушки, %:	
в первой зоне:	
производство вермишели	75...85
производство лапши и макарон	75...85
во второй зоне:	

Параметры	Значения параметров
производство вермишели	80...85
производство лапши и макарон	80...85
Продолжительность сушки, ч, не менее	16
Влажность полуфабриката в конце яруса, %:	
первого	19...18
второго	17,5...16,5
третьего	16...15
четвертого	15...14
пятого	13,8...13,5
Влажность изделий после стабилизатора, %	13

делий при низкотемпературных режимах, на которой в виде графиков отражаются не только характер изменения влажности изделий в зависимости от продолжительности сушки (кривая сушки), но и изменения температуры и влажности сушильного воздуха.

ВЫСОКО- И СВЕРХВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ СУШКИ

Основной недостаток рассмотренных выше традиционных низкотемпературных режимов сушки макаронных изделий — чрезмерная продолжительность процесса сушки. Переход в 70-х годах всех ведущих зарубежных фирм на высокотемпературные режимы сушки с использованием температуры сушильного воздуха 70 °С и выше позволил сократить продолжительность сушки изделий в сушилках автоматизированных поточных линий в среднем на 40...50 %: длинных изделий с 16...20 до 10...12 ч, коротких — с 7...8 до 4...6 ч. Кроме того, высокотемпературная сушка по сравнению с традиционной позволяет снизить расход энергии и уменьшить производственные площади на единицу вырабатываемой продукции, значительно улучшить ее микробиологическое состояние и при правильно подобранных параметрах сушки улучшить цвет и варочные свойства изделий.

В настоящее время используются разные варианты высокотемпературных режимов сушки, однако главная предпосылка их разработки заключается в том, что повышение температуры сушки макаронных изделий должно сопровождаться повышением относительной влажности воздуха. Чаще всего сушильная способность воздуха на том или ином этапе высокотемпературной сушки, т. е. доля влаги, которую может поглотить 1 кг воздуха до полного его насыщения, не превышает сушильную способность воздуха при низкотемпературной сушке, поскольку повышение температуры компенсируется повышением относительной влажности воздуха. Однако при увеличении тем-

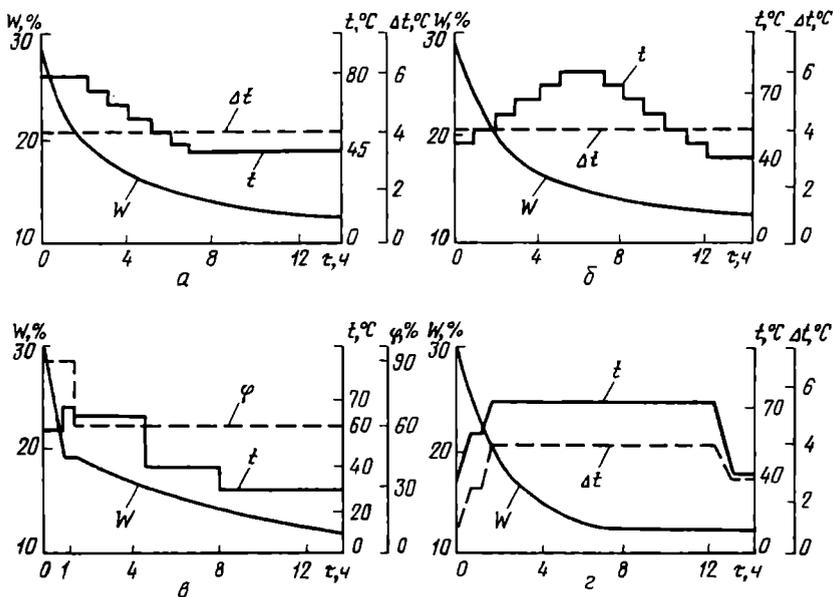


Рис. 70. Варианты диаграмм высокотемпературной сушки длинных макаронных изделий

температуры и влажности воздуха, во-первых, снижается градиент влажности в высушиваемых изделиях (см. рис. 55), а во-вторых, снижается значение критической влажности макаронных изделий, т. е. увеличивается период их нахождения в пластическом состоянии (см. рис. 50). Именно эти два фактора позволяют интенсифицировать процесс удаления влаги из изделий с сохранением прочности их структуры.

Среди режимов высокотемпературной сушки рассмотрим три наиболее распространенных варианта, диаграммы которых приведены на рис. 70. На этих диаграммах влажность воздуха отражена психрометрической разностью Δt , что наиболее удобно для ввода заданных параметров сушки в систему программируемого контроля и регулирования процесса сушки на линии.

Первый вариант (рис. 70, а) — применение высокотемпературного режима на предварительной стадии сушки (что способствует углублению степени инактивации полифенолоксидазы и денатурации белков) с постепенным ступенчатым снижением температуры воздуха до 40...45 °С и дальнейшей стабилизацией изделий при этой температуре (что гарантирует прочность изделий). При использовании этого варианта необходимо тщательно соблюдать высокую влажность воздуха на входе изделий в су-

шилку, чтобы предотвратить образование в толще изделий паровоздушных пузырьков.

Второй вариант (рис. 70, б) — постепенное повышение температуры воздуха до максимальной величины и последующее постепенное снижение ее опять же до 40...45 °С. Такой режим сушки называется *режимом температурной инверсии*. Медленное наращивание температуры от зоны к зоне и ступенчатое снижение ее способствуют получению высокопрочного продукта вследствие того, что на окончательной стадии сушки и при стабилизации изделий температура изделий все время выше температуры окружающей среды. В результате этого градиент температуры внутри изделий направлен в ту же сторону, что и градиент влажности. В свою очередь, это способствует миграции влаги к поверхности высушиваемых изделий.

Разновидностью режима температурной инверсии является режим, используемый на линиях фирмы «Паван». Диаграмма сушки длинных изделий, приведенная на рис. 70, в, показывает, что после предварительной сушки при температуре 58 °С изделия прогреваются до температуры 70 °С в течение 10 мин, а затем следует окончательная сушка в три фазы при влажности воздуха 60 % и снижении температуры по фазам до 65, 42 и 29 °С.

Наконец, третий вариант высокотемпературной сушки (рис. 70, г) — увеличение температуры воздуха на стадии предварительной сушки до максимального значения в пределах 75...85 °С, сушка и стабилизация изделий при этой же температуре. При таком режиме высушивание изделий до 13...13,5%-ной влажности происходит за 3...5 ч (в зависимости от температуры воздуха и вида изделий), а стабилизация изделий — в течение 5...7 ч. Таким образом, влажность воздуха на стадиях окончательной сушки и стабилизации должна поддерживаться на уровне, обеспечивающем при данной температуре равновесную влажность изделий порядка 13 %. При 80 °С этот уровень составляет примерно 82 % (см. рис. 52).

Именно такой вариант высокотемпературного режима сушки длинных макаронных изделий реализован в одной из последних моделей автоматизированных линий фирмы «Брайбанти» с сушилкой GPL/ITRG (рис. 71).

Общая продолжительность рабочего цикла сушилки составляет 6 ч, в том числе: 40...50 мин — предварительная сушка, 110...120 мин — окончательная сушка, 170...180 мин — стабилизация и 20...30 мин — охлаждение.

Окончательная сушка и стабилизация изделий осуществляются в пятиярусном тоннеле с движением воздуха сверху вниз. Изделия из предварительной сушилки поступают на верхний, сушильный ярус. На нижних четырех ярусах происходит стабилизация высушенных изделий — выравнивание влажности в толще изделий до устранения градиента влажности.

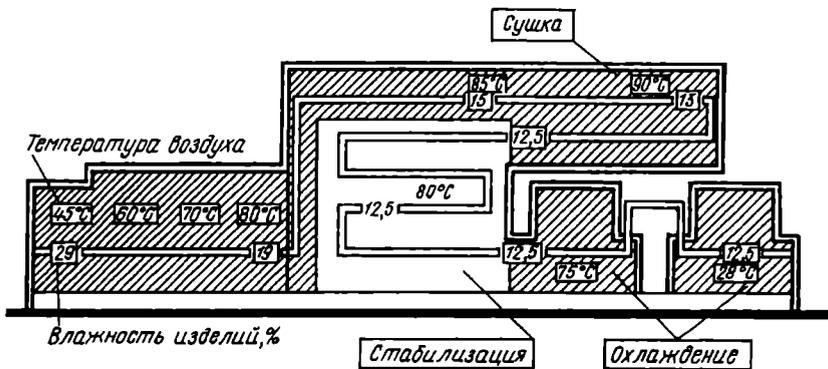


Рис. 71. Схема сушилки GPL/ITRG фирмы «Брайбант» для высокотемпературной сушки длинных макаронных изделий

Доля влаги, испаряемой из изделий в зоне сушки (3...4 %), позволяет поддерживать влажность воздуха в зоне стабилизации на требуемом уровне (82 %), не прибегая к подаче в камеру дополнительного пара.

Нагрев воздуха в сушилке осуществляется калориферами, установленными в верхней ее части. Контроль и регулирование температурно-влажностных условий осуществляются программируемой системой «Ротроник».

Охлаждение стабилизированных изделий без дальнейшего испарения из них влаги осуществляется в двух зонах: в первой — обдувкой изделий воздухом температурой 75 °С, во второй — воздухом температурой 28 °С. При этом строго соблюдается соответствие относительной влажности воздуха при данных температурах равновесной влажности изделий на уровне 12,5...13 %.

Говоря о преимуществах высокотемпературных режимов сушки перед низкотемпературными, необходимо в то же время иметь в виду, что при увеличении температуры сушки и сокращении ее длительности уменьшается предел допустимых отклонений в заданных значениях температуры и влажности воздуха на всех этапах сушки и стабилизации макаронных изделий. Иными словами, чем медленнее идет процесс высушивания макаронных изделий, чем ниже температура сушки, тем в меньшей степени возникает опасность возникновения в них чрезмерных напряжений сдвига в результате тех или иных нарушений в заданном режиме. Поэтому применение высокотемпературных режимов сушки возможно только на оборудовании, оснащенном автоматизированными и компьютерными системами контроля и регулирования заданного режима сушки.

В еще большей степени это относится к сушильному оборудованию линий, в которых используются сверхвысокотемпературные режимы сушки, когда температура воздуха на всем протяжении сушки или на отдельном ее этапе превышает 90 °С.

Сверхвысокотемпературные режимы сушки в большей степени, чем высокотемпературные режимы, позволяют сократить продолжительность сушки, следовательно, еще больше снизить производственные площади в расчете на единицу продукции. Улучшающее же влияние сверхвысокотемпературных режимов на качество продукта по сравнению с высокотемпературными режимами не больше, напротив, при нарушении влажностного режима сушки в результате реакции Майяра цвет изделий может приобрести коричневый оттенок или даже может произойти подгорание изделий. С учетом того что высокие температура и влажность воздуха предъявляют особые требования к стойкости материалов, из которых изготавливают рабочие органы сушилок, а также к жесткому соблюдению параметров сушки, для чего сушилки оснащают компьютерными системами управления, стоимость линий со сверхвысокотемпературными сушилками резко возрастает.

Фирма «Паван» одна из первых еще в 80-х годах использовала сверхвысокотемпературные режимы сушки макаронных изделий на линиях для производства как длинных, так и коротких изделий. На рис. 72 представлены диаграммы сверхвысокотемпературных режимов сушки макаронных изделий на этих линиях.

Длинные изделия сушат в три этапа (рис. 72, а):

предварительная сушка в течение 70 мин при постепенно повышающейся температуре воздуха от 40 до 80 °С и относительной влажности воздуха от 60 до 88 %; при этом влажность изделий снижается на 12 % — с 29 до 17 %;

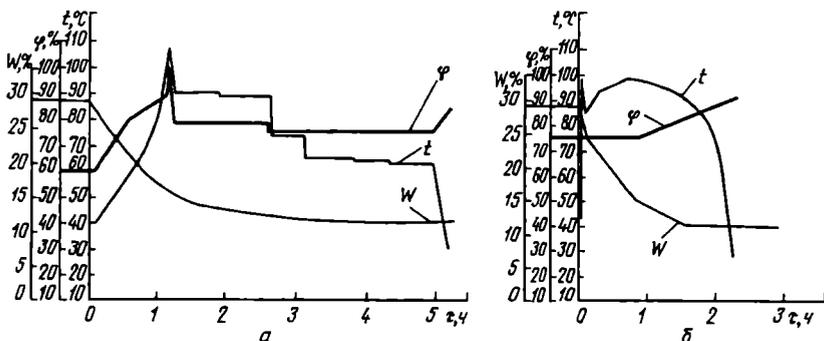


Рис. 72. Диаграммы сверхвысокотемпературных режимов сушки макаронных изделий на линиях фирмы «Паван»:

а — длинных; б — коротких

кратковременный (в течение 3...5 мин) нагрев изделий воздухом, температура которого повышается до 106 °С, а влажность — до 93 %, а затем значения этих параметров снижаются в течение 1...2 мин соответственно до 90 °С и 80 %; влажность изделий в это время остается на уровне 17 %;

окончательная сушка изделий с понижением температуры воздуха в три этапа: первый — в течение 40 мин при температуре воздуха 89...90 °С и влажности 80 % со снижением влажности изделий с 17 до 14,2 %; второй — в течение 40 мин при температуре воздуха 86...87 °С и влажности 78 % со снижением влажности изделий с 14,2 до 12,6 %; третий — в течение 35 мин при температуре воздуха 73...74 °С и влажности 76 % со снижением влажности изделий примерно до 12 %.

После сушки длинные изделия стабилизируются в течение 120 мин при температуре воздуха 73...74 °С и влажности 75 %, после чего быстро охлаждаются до температуры 30 °С. В процессе охлаждения влага из изделий не испаряется вследствие того, что равновесная влажность изделий при параметрах стабилизации равна равновесной влажности их при параметрах охлаждения.

Короткие изделия сушат на линии «Паван» со сверхвысокотемпературным режимом также в несколько этапов (рис. 72, б):

предварительная сушка, в течение которой температура воздуха за 2...3 мин сначала резко повышается до 96...97 °С, а затем снижается до 85 °С; далее в течение 45 мин температура воздуха повышается до 95 °С; на всем протяжении предварительной сушки относительная влажность воздуха остается на уровне 75 %, а влажность изделий снижается с 29 до 17 %;

окончательная сушка осуществляется при постепенном снижении температуры воздуха с 95 до 90 °С в течение 50 мин и повышении его влажности с 75 до 80 %; влажность изделий при этом снижается с 17 до 12 %.

Стабилизация высушенных таким образом коротких изделий происходит в течение 40 мин при снижении температуры воздуха с 90 до 70 °С и увеличении его влажности с 80 до 85 %.

Несколько позже, с начала 90-х годов, сверхвысокотемпературные режимы сушки длинных и коротких изделий начали использовать на линиях фирмы «Бюлер» (Швейцария). Разработанная фирмой система сверхвысокотемпературной сушки, диаграмма которой приведена на рис. 73, носит название «Турботерматик». Сушность этой системы заключается в поэтапном повышении температуры воздуха на стадии предварительной сушки до 95 °С (за 45 мин в сушилках линий для длинных изделий и за 30 мин для коротких изделий), выдерживании этой температуры в течение 40 мин для длинных изделий и 30 мин для коротких (при относительной влажности воздуха 85 %) и, наконец, в поэтапном снижении температуры сушки до 85 °С на

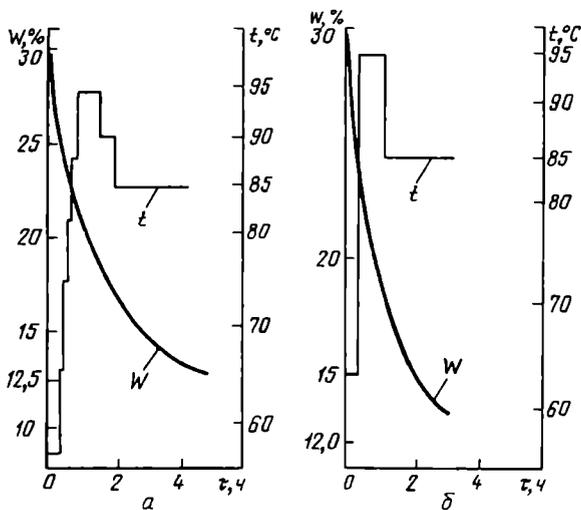


Рис. 73. Диаграммы сверхвысокотемпературных режимов сушки макаронных изделий по системе «Турботерматик»:

а — длинных; б — коротких

стадии окончательной сушки изделий. Общая продолжительность сушки изделий (без их стабилизации) для спагетти диаметром 1,7 мм составляет 4 ч 25 мин и для коротких изделий — 2 ч 45 мин.

Система сверхвысокотемпературной сушки «Турботерматик» используется и на линиях марки ЛАД-1500 для производства длинных макаронных изделий. Линии изготавливает АО «Рыбинские моторы» по лицензии фирмы «Бюлер».

Приведенные выше режимы сверхвысокотемпературной сушки предусматривают быстрое снижение влажности макаронных изделий до конечного заданного значения (12...13 %) с последующим периодом их стабилизации, длительность которого практически равна длительности сушки. В отличие от этого последней разработкой фирмы «Паван» явился сверхвысокотемпературный режим сушки с чередованием периодов удаления влаги из изделий с периодами стабилизации изделий на соответствующем уровне их влажности. Практически такой режим можно назвать *высокотемпературным пульсирующим режимом*. Этот режим подобен рассмотренному выше пульсирующему режиму низкотемпературной сушки длинных изделий на автоматизированных поточных линиях, когда периоды высоко- или сверхвысокотемпературной сушки чередуются с периодами отволаживания.

Диаграмма сушки короткорезанных изделий с применением такого режима приведена на рис. 74, а на рис. 75 — схема сушилки ТАС, в которой реализован этот режим.

Сушилка ТАС имеет две зоны сушки $A1$ и $A2$, расположенные одна над другой, и две зоны отволаживания (стабилизации) $S1$ и $S2$, примыкающие к зонам сушки. В зонах сушки по высоте расположены 9 ленточных транспортеров, а в зонах стабилизации — 7.

Продукт движется сверху вниз по транспортерам, проходя то зоны сушки, то зоны отволаживания в последовательности, указанной стрелками на рис. 75. В первой зоне сушки $A1$ температура воздуха составляет 95°C , относительная влажность — 40 %, во второй ($A2$) — соответственно 80°C и 50 %. В первой зоне отволаживания $S1$ температура воздуха 78°C , относительная влажность 80 %, во второй ($S2$) — соответственно 68°C и 80 %.

К сверхвысокотемпературным режимам сушки макаронных изделий следует отнести разработанные проф. Н. И. Назаровым с сотрудниками режимы с гигротермической обработкой изделий перед сушкой. Сущность их заключается в обработке сырых изделий паровоздушной смесью в течение 2 мин (для макарон) или сухим паром в течение 30 с (для короткорезанных изделий) с последующей сушкой. Параметры паровоздушной смеси: температура $95\text{--}98^\circ\text{C}$, относительная влажность 95 %. Температура перегретого пара от 120 до 180°C .

Гигротермическая обработка изделий перед сушкой позволяет значительно сократить последующий процесс их сушки за счет

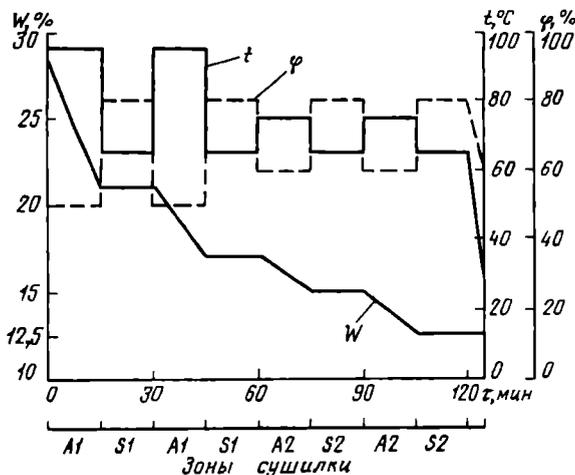


Рис. 74. Диаграмма сверхвысокотемпературного пульсирующего режима сушки короткорезанных макаронных изделий

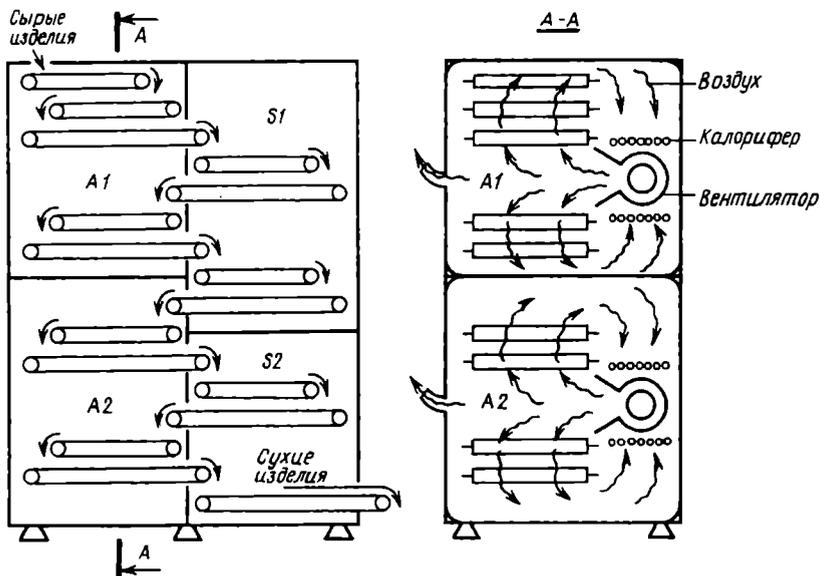


Рис. 75. Схема сушилки ТАС (фирмы «Паван») для сверхвысокотемпературной сушки короткорезанных изделий

возможности применения жестких режимов без опасения появления трещин. Это происходит в результате снижения энергии связи влаги с денатурированными во время гигротермической обработки белками и снижения вследствие этого линейной усадки высушиваемых изделий в 1,5...2 раза. Однако параллельно протекающая при гигротермической обработке изделий клейстеризация крахмала в их поверхностном слое делает изделия липкими, усложняет их сушку. Поэтому у нас в стране этот режим сушки не нашел применения. Однако спустя более 10 лет гигротермическую обработку стали использовать в производстве макаронных изделий быстрой варки и изделий, не требующих варки.

СУШКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Рассмотренные выше режимы сушки макаронных изделий и способы их интенсификации предполагают конвективный метод подвода энергии для испарения влаги из материала. Значительно более интенсивным методом передачи энергии материалу является воздействие на него энергетического поля — терморadiационная сушка и сушка в электромагнитном поле высокой и сверхвысокой частоты (ВЧ и СВЧ).

При *терморadiационной сушке* энергоподвод к объекту облучения осуществляется от генераторов инфракрасного излучения. В качестве таких генераторов используют главным образом высокотемпературные излучатели.

Инфракрасное облучение выгодно тем, что его энергия мало рассеивается, и коллоидные вещества, в частности макаронное тесто, прогревается энергией ИК-излучения на глубину до 2 мм. Кроме того, для ИК-лучей не представляет препятствия тончайший слой паровоздушной смеси, адсорбированный на поверхности высушиваемого продукта. Молекулы этого слоя затрудняют передачу теплоты продукту, который подвергается сушке, от сушильного воздуха, так как конвективная передача теплоты осуществляется за счет теплового движения молекул нагретого воздуха, передающих энергию молекулам нагреваемого тела.

Нагревание же изделий инфракрасными лучами в десятки раз интенсивнее, чем при передаче им теплоты от подогретого сушильного воздуха. Поэтому при более или менее длительном воздействии ИК-лучей влага из макаронных изделий удаляется слишком быстро, что может привести к растрескиванию высушенных изделий.

В нашей стране еще в 50—60-х годах рядом ученых, в частности А. В. Лыковым и И. М. Савиной, были разработаны теоретические основы терморadiационной сушки макаронных изделий и рекомендованы пульсирующие режимы сушки короткорезанных изделий с чередованием очень кратковременных (2...4 с), но интенсивных облучений изделий и более длительного (40...80 с) отволаживания. Но в промышленность эти режимы сушки так и не были внедрены.

Первой и до сего времени, пожалуй, единственной фирмой, использующей инфракрасное облучение для сушки макаронных изделий, является фирма «Паван». Начиная с конца 60-х годов линии этой фирмы для производства длинных изделий оснащаются установкой для ИК-облучения «Рототерм».

Установка «Рототерм» представляет собой герметизированную и теплоизолированную камеру, внутри которой находится ряд вертикально расположенных черных пластин. Температура поверхности пластин около 90 °С. Нечетные пластины прикреплены к верхнему перекрытию камеры, четные — к нижнему. Между пластинами около боковых стенок камеры находятся звездочки, приводящие в движение цепной транспортер, состоящий из двух параллельных бесконечных цепей, перемещающих бастуны с изделиями между пластинами. Относительная влажность воздуха в камере близка к 100 %, т. е. соответствует практически полному насыщению воздуха. Изделия на бастунах поступают в камеру после предварительной сушки и находятся в ней 10...20 мин. При этом они прогреваются по всей толщине до 80 °С, теряя менее 1 % влаги и полностью отволаживаясь. Из

камеры ИК-облучения изделия поступают на окончательную сушку.

Именно с оснащения линий «Паван» установками «Рототерм» начался период внедрения высокотемпературных режимов для промышленного производства макаронных изделий.

В отличие от терморadiационной и тем более конвективной сушки особенностью *сушки в электромагнитном поле токов ВЧ и СВЧ* являются прогрев влажного материала на всю глубину независимо от его толщины и создание градиента температуры, направленного к центру материала. Это связано с тем, что под воздействием ВЧ- или СВЧ-поля происходят интенсивное колебание дипольных молекул, какими являются молекулы воды, и трение их внутри влажного материала. В массе материала выделяется теплота, количество которой снижается с уменьшением содержания влаги в материале, но возрастает с увеличением частоты электромагнитного поля. Вследствие этого наибольшее распространение в сушильной технике получили СВЧ-генераторы, в которых частота поля составляет 300...30 000 МГц, а длина волны — 0,1...0,01 см, поэтому этот способ нагрева получил название «микроволновый».

В настоящее время СВЧ-печи широко используются в быту для быстрого разогрева или приготовления разнообразных блюд.

Использование СВЧ-энергии находит все большее применение в пищевой промышленности для выпечки хлеба и мучных кондитерских изделий, для обжарки зерновых сухих завтраков, какао-бобов, для сушки зерна и т. д. Использование СВЧ-энергии сокращает длительность термической обработки продуктов в 5...10 раз, уменьшая энергозатраты на единицу продукции в 1,5...2,5 раза.

В 1971 г. фирма «Липтон» (США) создала первую промышленную установку для сушки короткорезанных изделий с применением СВЧ-энергии. В ней предусмотрен трехстадийный режим сушки: традиционная конвективная предварительная сушка до влажности изделий примерно 20 %, СВЧ-сушка до влажности изделий 14 % при температуре воздуха 80 °С и относительной влажности 20 % и стабилизация изделий при медленном их остывании и снижении влажности до 12,5 %. Подобные трехстадийные режимы сушки использовали и в дальнейших конструкциях сушилок этой и некоторых других фирм США. При этом общая продолжительность высушивания коротких изделий составляет 40...60 мин, из которых период СВЧ-нагрева (частота 915 МГц) — 10...12 мин.

Применение конвективной сушки в начальный период высушивания изделий связано со стремлением к сокращению стадии СВЧ-обработки: большая стоимость СВЧ-энергии по сравнению с конвективной сушкой перекрывает экономию от сокращения длительности сушки макаронных изделий, если продолжитель-

ность СВЧ-обработки больше 15 мин. Кроме того, СВЧ-нагрев макаронных изделий на первой стадии удаления влаги может привести к образованию внутри сырых изделий паровоздушных пузырьков. В то же время, как показали исследования автора совместно с А. Аль Сайедом, эти трудности можно преодолеть путем использования пульсирующих режимов СВЧ-сушки макаронных изделий, которые предусматривают чередование периодов СВЧ-нагрева и остывания изделий без применения периодов конвективной сушки.

На первом этапе наших исследований по разработке пульсирующих режимов СВЧ-сушки был проведен анализ влияния продолжительности и интенсивности однократного СВЧ-нагрева отформованной сырой вермишели диаметром 1 мм на процесс ее сушки.

Вермишель влажностью 30 % и температурой 20 °С, распределенную слоем толщиной 1...2 см, нагревали при четырех интенсивностях СВЧ-поля — от 1 до 2,5 Вт/г. Полученные результаты влияния продолжительности и интенсивности однократного нагрева сырой вермишели на снижение ее влажности (после остывания до температуры около 30 °С) приведены в виде кривых на рис. 76, а.

Характер кривых показывает, что при увеличении продолжительности СВЧ-нагрева влажность вермишели быстро снижается, что обусловлено ростом температуры внутренних слоев вермишели. Однако использование однократного СВЧ-нагрева для полного высушивания вермишели (до влажности 13 %) неприемлемо, так как внутри ее образуются паровоздушные пузырьки. Это объясняется тем, что, поскольку до 20...22%-ной влажности сырая вермишель является пластичным материалом, резкий нагрев ее внутренних слоев приводит к превращению внутренней влаги в пар, который, расширяясь, образует пузырьки, снижающие прочность готовой вермишели и ухудшающие ее внешний вид. Дальней-

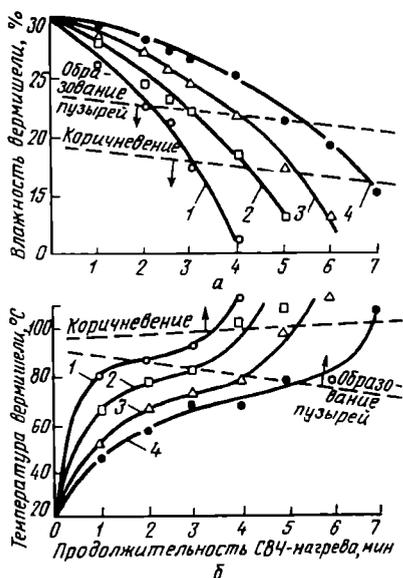


Рис. 76. Влияние продолжительности однократного СВЧ-нагрева на изменение влажности (а) и температуры (б) вермишели при интенсивности нагрева: 1 — 2,5 Вт/г; 2 — 1,67 Вт/г; 3 — 1,25 Вт/г; 4 — 1 Вт/г

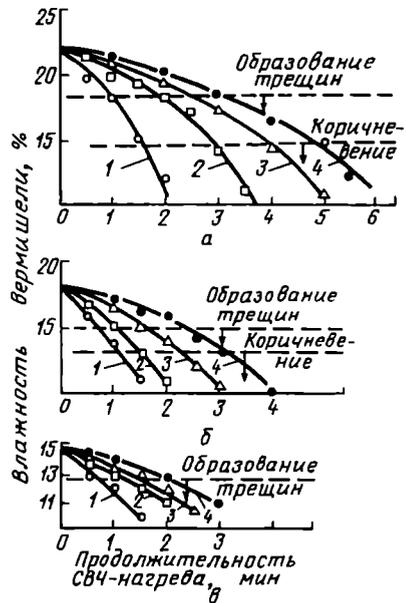
Рис. 77. Влияние продолжительности второго (а), третьего (б) и четвертого (в) периодов СВЧ-нагрева на изменение влажности вермишели при интенсивности нагрева:

1 — 2,5 Вт/г; 2 — 1,67 Вт/г; 3 — 1,25 Вт/г;
4 — 1 Вт/г

шее увеличение длительности однократного СВЧ-нагрева свыше 3...7 мин приводит к неферментативному изменению цвета изделий (приобретают коричневый оттенок) и даже горению высушиваемой вермишели. Следовательно, такой однократный СВЧ-нагрев сырой вермишели с последующим остыванием ее до 30 °С должен составлять 2...5 мин при интенсивности нагрева соответственно 2,5...1 Вт/г.

Подсушенную до влажности 22...23 % вермишель подвергали после охлаждения второму циклу СВЧ-нагрева также в течение разного времени. Соответствующие кривые изменения влажности вермишели приведены на рис. 77, а. Они имеют характер, подобный первому этапу однократного СВЧ-нагрева. Высушиваемый материал приобрел свойства твердого (хрупкого) тела, и паровоздушные пузырьки не могут образовываться вследствие упрочения структуры вермишели. Если продолжительность СВЧ-нагрева превышает время, при котором влажность вермишели (после остывания до 30 °С) снизится примерно до 18 %, произойдет образование микротрещин в вермишели. Это связано с неравномерной усадкой слоев высушиваемой вермишели: несмотря на то что при СВЧ-нагреве градиент температуры направлен, как и градиент влажности, внутрь высушиваемого материала, низкая теплопроводность его обуславливает наличие значительного по величине градиента влажности. Следовательно, на втором этапе сушки вермишель следует подвергнуть СВЧ-обработке в течение 1...3 мин (при интенсивности нагрева соответственно 2,5...1 Вт/г) с последующим остыванием. Влажность вермишели после обработки составит примерно 18 %.

Подобным образом были определены третий и четвертый (окончательный) этапы СВЧ-обработки (рис. 77, б, в). Продолжительность третьего и четвертого этапов составила 0,75...2,25 и 0,5...1,75 мин (соответственно для интенсивностей нагрева 2,5...1 Вт/г).



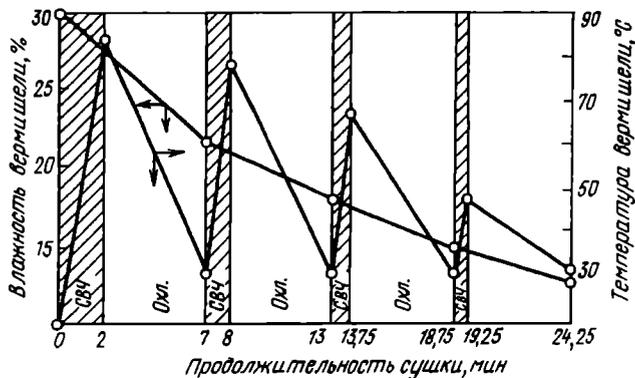


Рис. 78. Диаграмма сушки вермишели с использованием пульсирующего СВЧ-нагрева интенсивностью 2,5 Вт/г: заштриховано — СВЧ-нагрев; не заштриховано — охлаждение

Таким образом, использование пульсирующего четырехразового СВЧ-нагрева вермишели (с чередованием периодов остывания) при всех проанализированных интенсивностях нагрева позволяет значительно сократить длительность сушки и получить изделия нормального качества — без трещин, со стекловидным изломом. Суммарная продолжительность СВЧ-нагрева составила при интенсивности нагрева 2,5 Вт/г $2 + 1 + 0,75 + 0,5 = 4,25$ мин; при 1,67 Вт/г $3 + 2 + 1 + 1 = 7$ мин; при 1,25 Вт/г $4 + 2,5 + 1,5 + 1,5 = 9,5$ мин; при 1 Вт/г $5 + 3 + 2,25 + 1,75 = 12$ мин. Следовательно, удельный расход СВЧ-энергии составит соответственно $4,25 \times 2,5 = 10,6$ Вт · мин/г; $7 \times 1,67 = 11,7$ Вт · мин/г; $9,5 \times 1,25 = 11,9$ Вт · мин/г; $12 \times 1 = 12$ Вт · мин/г. Это ниже соответствующей величины для традиционной конвективной сушки, которая имеет значение порядка 16...17 Вт · мин/г.

Сравнивая четыре разработанных варианта пульсирующего режима СВЧ-сушки вермишели, наиболее рациональным можно считать режим с интенсивностью СВЧ-нагрева 2,5 Вт/г, поскольку в этом случае длительность сушки и удельный расход энергии имеют наименьшие значения. Диаграмма этого режима сушки показана на рис. 78.

Приведенная схема анализа пульсирующего режима СВЧ-сушки может быть использована для разработки режимов сушки различных видов макаронных изделий для конкретных СВЧ-генераторов.

1. Какие существуют основные формы связи влаги в сырых макаронных изделиях?
2. Какие основные факторы определяют скорость сушки макаронных изделий?
3. Что такое равновесная влажность макаронных изделий и как определяют ее величину?
4. Как изменяются свойства сырых макаронных изделий в процессе высушивания?
5. Чем отличаются низкотемпературный, высокотемпературный и сверхвысокотемпературный режимы конвективной сушки макаронных изделий друг от друга?
6. В чем отличия мягкого режима сушки от жесткого?
7. Чем вызвано образование трещин при сушке макаронных изделий?
8. Каковы основные режимы сушки длинных макаронных изделий в лотковых касетах и подвесным способом?
9. Каковы основные режимы сушки короткорезанных макаронных изделий в паровых конвейерных сушилках? Каким образом можно установить рациональный режим сушки изделий в этих установках?
10. В чем состоит контроль режима сушки макаронных изделий?
11. Какие режимы охлаждения и стабилизации макаронных изделий используют при низко- и высокотемпературной сушке?
12. Какие способы сушки макаронных изделий с применением энергетических полей вам известны?

Глава 8

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



Качество выпускаемых предприятием макаронных изделий должно удовлетворять требованиям ГОСТ 875 «Изделия макаронные. Общие технические условия». Качество изделий по этому стандарту оценивается по следующим показателям: цвет, поверхность, форма, вкус, запах, состояние после варки, влажность, кислотность, прочность (макарон), содержание лома, деформированных изделий и крошки, металломагнитной примеси и наличие вредителей хлебных запасов.

Цвет, поверхность, форма. Характеризуют внешний (товарный) вид изделий.

Цвет. Должен быть однотонным с кремовым или желтоватым оттенком, соответствующим сорту муки, без следов непромеса. Цвет изделий с добавками соответственно меняется.

Предпочтительным считается золотисто-желтый, янтарный цвет макаронных изделий, который получается при производстве изделий из крупки твердой пшеницы. Из крупки стекловидной мягкой пшеницы получают изделия кремово-желтого, из хлебопекарной муки высшего сорта — светло-кремового цвета, из

полукрупки твердой пшеницы — изделия с коричневым оттенком, а из полукрупки мягкой стекловидной пшеницы и хлебопечкарной муки I сорта — изделия с серым оттенком. При этом чем больше зольность исходной муки, тем более темными будут изделия.

Гладкая поверхность придает насыщенность цвету изделий, а шероховатая — белый оттенок.

Быстрое удаление влаги на первой стадии сушки, а также использование высокотемпературных режимов замеса, формования или сушки ведут к получению изделий светлых тонов.

Поверхность. Макароны должны быть гладкими. Допускается незначительная шероховатость.

При формировании изделий через матрицы с тефлоновыми вставками в формирующих щелях всегда получают изделия с гладкой поверхностью. При использовании матриц без вставок более влажное тесто дает изделия с менее шероховатой поверхностью.

Форма. Должна соответствовать их наименованию. В макаронах, перьях, вермишели и лапше допускаются изгибы и искривления, не ухудшающие товарный вид изделий.

Допустимое содержание деформированных изделий для разных видов макаронных изделий приведено в табл. 39.

Таблица 39

Допустимое содержание деформированных изделий (%)

Вид изделия	Норма для группы					
	А		Б		В	
	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса
Фасованные изделия:						
макароны	1,5	2,0	1,5	2,0	4,0	8,0
рожки, перья, лапша и фигурные	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	8,0
Весовые изделия:						
макароны	2,0	5,0	2,0	5,0	5,0	8,0
рожки, перья, лапша и фигурные	7,0	10,0	7,0	10,0	13,0	15,0

К деформированным изделиям относят:

трубчатые изделия, потерявшие форму или имеющие продольный разрыв, смятые концы или значительные искривления (у макарон и перьев);

лапшу, собранную в складки или имеющую несвойственную данному виду форму;

фигурные изделия, имеющие несвойственную данному виду форму, смятые полностью или частично.

Нарушение формы изделий происходит главным образом в результате чрезмерной влажности теста, дефектов матрицы (заусенцы в формирующих щелях, смещение вкладышей и т. п.) и неаккуратной разделки сырых изделий.

Вкус и запах. Должны быть свойственны данному виду изделий, без посторонних привкусов и запахов (горечи, затхлости, плесени и др.). Для макаронных изделий с добавками вкус соответственно меняется.

Вкус и запах зависят в первую очередь от качества исходной муки. Если мука не имеет посторонних привкусов и запахов, то чем больше в ней содержание белка, тем более приятные вкус и аромат будут иметь сваренные макаронные изделия. Из муки с низким содержанием белка получают изделия крахмалистого, мучнистого вкуса.

Состояние изделий после варки. При варке до готовности изделия не должны терять форму, склеиваться, образовывать комья, разваливаться по швам.

На варочные свойства макаронных изделий в той или иной степени влияют плотность изделий, определяемая величиной давления прессования, качество муки (главным образом содержание клейковины), форма изделий и степень шероховатости.

Чем выше плотность изделий, прочность их структуры, тем меньше сухих веществ переходит в варочную воду, тем более прозрачной остается она после варки изделий. Более плотные изделия лучше сохраняют форму во время и после варки, но требуют большего времени варки до готовности.

С уменьшением доли клейковины в муке, из которой изготовлены изделия, снижаются продолжительность варки и прочность сваренных изделий, увеличиваются количество сухих веществ в варочной жидкости и степень слипания между собой сваренных изделий. Однако при содержании сырой клейковины в пределах от 25 до 40 % макаронные изделия обладают нормальными варочными свойствами.

Изделия из хлебопекарной муки обычно менее устойчивы, особенно к перевариванию, чем изделия из крупки твердой пшеницы в силу меньшей связующей способности белков мягкой пшеницы.

Форма изделий оказывает влияние в первую очередь на длительность варки до готовности: с увеличением толщины стенок изделий увеличивается продолжительность варки.

С увеличением степени шероховатости поверхности изделий увеличиваются потери сухих веществ, но несколько сокращается длительность варки до готовности.

Влажность. Для изделий, отправляемых в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, а также транспортируемых

морским путем, влажность не должна превышать 11 %; для изделий детского питания — 12; для всех остальных изделий — 13 %.

Влажность макаронных изделий является важным показателем товарного качества, который определяет способность изделий к длительному хранению без порчи. Она является также основным фактором, определяющим величину выхода готовой продукции, т. е. расхода муки на выработку 1 т изделий.

Кислотность. Для всех видов изделий, кроме томатных, кислотность должна быть не более 4 град, а для изделий с добавками томатопродуктов — не более 10 град.

Кислотность — это показатель качества, характеризующий вкусовые свойства и степень свежести макаронной продукции. Кислотность обуславливается в первую очередь кислотностью исходной муки. Кроме того, кислотность может повыситься в процессе замеса и сушки изделий, если тесто или сырые изделия долгое время пребывали во влажной среде: при остановке пресса на длительное время, продолжительной низкотемпературной сушке изделий на первой стадии удаления влаги и т. д., а также при внесении во время замеса теста закисших сырых или сухих отходов.

При нормальном проведении технологического процесса кислотность изделий по сравнению с кислотностью исходной муки повышается очень незначительно — не более чем на 10 %.

Прочность макарон, содержание лома и крошки. Установленные ГОСТ 875 пределы для данных показателей приведены в табл. 40.

Таблица 40

Нормы прочности макарон, допустимое содержание лома и крошки в макаронных изделиях

Показатель	Норма для группы					
	А		Б		В	
	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса
Прочность макарон, Н, менее, при диаметре, мм:						
менее 3,0			Не учитывается			
от 3,0 до 3,4	1,0	1,0	0,8	0,8	—	—
от 3,5 до 3,9	1,2	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8
от 4,0 до 4,4	2,0	2,0	1,6	1,6	1,0	1,0
от 4,5 до 4,9	2,2	2,2	2,0	2,0	1,2	1,2
от 5,0 до 5,4	2,8	2,8	2,5	2,5	1,6	1,6
от 5,5 до 5,9	3,6	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0
от 6,0 до 6,4	5,0	5,5	4,0	4,0	3,0	3,0
от 6,5 до 6,9	6,0	7,0	5,0	5,0	4,0	4,0
7,0 и более	7,0	8,0	6,0	6,0	4,5	4,5

Показатель	Норма для группы					
	А		Б		В	
	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса
Содержание лома в изделиях, %, не более:						
фасованных	4,0	5,0	8,0	10,0	17,5	17,5
весовых	7,0	10,0	12,5	15,0	17,5	17,5
Содержание крошки, %, не более:						
в фасованных изделиях:						
макаронах	2,0	2,0	3,5	3,5	4,0	5,0
рожках и перьях	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0	6,0
фигурных	3,0	5,0	3,0	5,0	5,0	7,0
вермишели и лапше	10,0	10,0	11,0	12,0	13,0	15,0
яичных вермишели и лапше	12,0	—	13,0	—	15,0	—
в весовых изделиях:						
макаронах	2,0	2,0	3,5	3,5	5,0	10,0
рожках и перьях	5,0	7,0	5,0	7,0	7,0	13,0
фигурных	5,0	10,0	5,0	10,0	7,0	13,0
вермишели и лапше	10,0	10,0	11,0	12,0	12,0	13,0
яичных вермишели и лапше	12,0	—	13,0	—	15,0	—

Макаронным ломом называют макароны, не отвечающие нормам прочности для данного класса и диаметра, а также деформированные макароны.

Крошкой называют обломки макарон длиной менее 5 см, перья длиной менее 3 см, рожки соломка, особые и обыкновенные длиной менее 3 см, вермишель и лапшу длиной менее 1,5 см, обломки фигурных изделий, а также рожков и перьев независимо от размеров.

Непрочные макаронные изделия ломаются при фасовании под действием усилий рабочих органов фасующих машин, при упаковке насыпью, при транспортировании — под действием толчков и под влиянием массы верхних слоев изделий, находящихся в ящике.

Ввиду отсутствия подходящего метода определения прочность короткорезанных изделий косвенно характеризуется содержанием в этих изделиях крошки.

Величина прочности макаронных изделий зависит от режима сушки: жесткий режим, особенно на последних этапах удаления влаги, приводит к появлению в продукте трещин, к ослаблению его структуры.

На прочность макаронных изделий значительное влияние

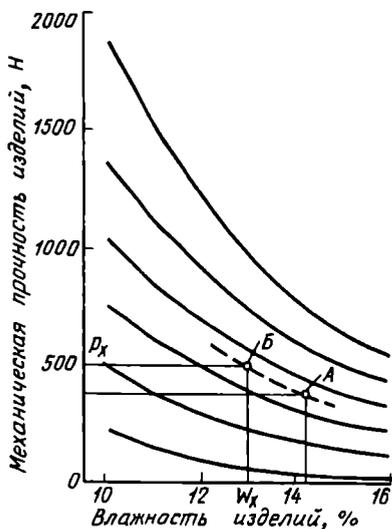


Рис. 79. Номограмма для определения прочности макарон в зависимости от их влажности

оказывает также их влажность. Номограмма, представленная на рис. 79, позволяет по прочности какой-либо пробы макарон и соответствующей ей влажности определить прочность этой же пробы при любой другой влажности в пределах от 10 до 16 %.

Пример. При влажности 14,2 % механическая прочность макарон равна 4 Н. Требуется определить величину прочности этих макарон при снижении их влажности до 13 %.

По номограмме (см. рис. 79) находим точку *A*, соответствующую влажности 14,2 % и прочности 4 Н (400 гс). Поскольку эта точка не лежит ни на одной из кривых номограммы, проводим через нее кривую, подобную двум соседним. Из точки на оси абсцисс $W_x = 13$ % восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с проведенной кривой (точка *B*). Перпендикуляр, опущенный из точки *B* на ось координат, дает искомое значение прочности макарон $P_x = 5$ Н (500 гс).

Содержание металломагнитной примеси. В макаронных изделиях содержание металломагнитной примеси не должно превышать 3 мг на 1 кг продукта. Величина отдельных частиц металлопримесей должна быть не более 0,3 мм в наибольшем линейном измерении.

Металлопримеси попадают в изделия при трении рабочих частей машин и механизмов, соприкасающихся с ними в процессе производства и транспортирования, в результате износа или поломки отдельных деталей и т. п.

Наличие вредителей хлебных запасов (амбарных вредителей). Наличие вредителей хлебных запасов в макаронных изделиях не допускается.

Макаронные изделия подобно зерну, муке и другим зернопродуктам могут повреждаться различными вредителями, насекомыми — амбарными клещами, мельничной огневкой, мучной огневкой, мучными хрущаками и грызунами (мышами и крысами). Насекомые могут попадать в сырье и макаронные изделия как при хранении, так и при перевозках.

1. По каким показателям оценивают качество макаронных изделий?
2. Какие требования предъявляет ГОСТ 875 к цвету, поверхности, форме, состоянию макаронных изделий после варки? Каковы основные факторы, влияющие на эти показатели?
3. От чего зависят такие показатели, как вкус и запах макаронных изделий?
4. В результате чего увеличивается степень шероховатости поверхности сухих макаронных изделий?
5. Какие изделия относят к деформированным?
6. Каковы нормы влажности, кислотности и содержания металлопримесей в макаронных изделиях по ГОСТ 875?
7. Что называют макаронным ломом и крошкой?
8. Каковы главные факторы, определяющие величину кислотности и прочности сухих макаронных изделий?

Глава 9

СОРТИРОВКА, УПАКОВЫВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ



Высушенные и охлажденные макаронные изделия подвергают ручной сортировке, а затем после выборочного контроля качества каждой партии изделий в лаборатории их упаковывают в крупную (транспортную) или мелкую (потребительскую) тару. Назначение упаковки — предохранить изделия от поломки, загрязнений, от действия влаги во время транспортирования и хранения. Упаковка в красочные коробочки и пакеты придает изделиям привлекательный товарный вид.

Каждая партия макаронных изделий, отправляемая потребителю, должна сопровождаться удостоверением качества, который выдается предприятием на основании лабораторных анализов.

СОРТИРОВКА И ОТБРАКОВКА ПРОДУКЦИИ

Назначение сортировки заключается в контроле качества изделий, соответствии их установленным нормам, отбраковке, удалению всех дефектных изделий. При сортировке удаляют недосушенные, растрескавшиеся, сильнодеформированные, с повышенной кислотностью, заплесневелые и другие дефектные изделия.

Особое внимание надо уделять сортировке макарон, высушенных в лотковых кассетах, и короткорезанных изделий, высушенных в паровых конвейерных сушилках, так как в них часто могут образовываться слитки из-за неравномерного удаления влаги и тесного соприкосновения изделий при сушке.

Перед упаковкой продукцию подвергают тщательному магнитному контролю, особенно короткорезанные изделия, которые сушили на металлических сетчатых конвейерах. Для этого выводные транспортеры, упаковочные столы, виброохлаждители оборудуют специальными течками с магнитными уловителями, которые задерживают мелкие (пылевидные) частицы металла. При этом толщина слоя продукции над магнитами должна быть не более 6 см. Если же магниты установлены под течкой и над ней, то толщина слоя может быть увеличена до 10...12 см.

Кроме магнитных уловителей на упаковочных столах устанавливают сетки для отсеивания мучели (мелких частиц сухих изделий).

ПЕРЕРАБОТКА БРАКА

Отбракованную в процессе сортировки продукцию, а также полуфабрикат (сырые обрезки, концы, рваные, деформированные, слипшиеся, грубошероховатые трубки сырых макарон, слитки макарон, вермишели, лапши, тесто из головки пресса, просыпь из-под сушилок и упаковочных столов), не потерявший своих пищевых качеств, т. е. не имеющий загрязнений, посторонних привкусов и запахов, без признаков плесени, направляют на вторичную переработку.

Сухие отходы дробят на установках в крупку с размером частиц менее 1 мм и в таком виде добавляют в приемную воронку или бункера (силосы) для муки в количестве до 10 % ее массы.

Сырые обрезки (концы) сразу после разделки сырых изделий измельчают и добавляют в тестосмеситель пресса в количестве до 15 % массы муки. Добавление сырых обрезков в тестосмеситель не снижает производительности пресса и не ухудшает качества продукции. Однако при выработке макарон с лотковой сушкой желательно брак при замесе теста не вводить, так как влажность обрезков сырых макарон составляет обычно менее 28 % и при повторном прессовании они могут сохранять свою индивидуальность, ослабляя структуру выпрессованных макарон и приводя к обрыву прядей.

На небольших предприятиях при отсутствии дробильных установок сухие отходы замачивают в баках с водой температурой 65...70 °С в течение не более 1 ч (во избежание закисания отходов). Затем излишки воды сливают и массу добавляют небольшими порциями к замешиваемому тесту. Подобным образом можно перерабатывать и подсушенные отходы полуфабриката. В этих случаях необходимо учитывать большую влажность замоченных отходов и соответственно уменьшать количество воды, подаваемой в месильное корыто пресса.

УПАКОВЫВАНИЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ. УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Готовые макаронные изделия либо фасуют, либо упаковывают насыпью.

Фасование изделий, т. е. упаковывание в мелкую (потребительскую) тару, производится на фасовочных автоматах, полуавтоматах или вручную.

При ручном фасовании используют торговые (настольные) весы. Ручное фасование требует большого числа упаковщиц: один человек в смену фасует 250...400 кг изделий.

Макаронные изделия массой нетто не более 1 кг фасуют в пачки или красочно оформленные коробки из картона (по ГОСТ 7933), или пакеты из бумаги (по ГОСТ 7247), целлофана (по ГОСТ 7730), полиэтилена (по ГОСТ 10354) или из других упаковочных материалов и пленок, разрешенных Министерством здравоохранения для этих целей.

Допускаемые отклонения в меньшую сторону в массе нетто макаронных изделий не должны превышать 2,0 % упаковочной единицы. Отклонения по верхнему пределу не ограничиваются.

На потребительской таре указывают товарный знак, наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение, наименование продукции, ее группу и класс, массу нетто (при стандартной влажности), правила варки и способ приготовления, дату выработки, срок хранения, обозначение стандарта (ГОСТ 875), информационные сведения об энергетической ценности, содержании белка, жира и углеводов в 100 г изделий.

Расфасованные в потребительскую тару изделия и весовые изделия (насыпь) должны быть упакованы в транспортную тару вместимостью не более 30 кг: ящики деревянные (по ГОСТ 11354), ящики дощатые (по ГОСТ 13360), фанерные (по ГОСТ 10131), из гофрированного картона (по ГОСТ 13511), ящики из плетеного шпона и из литого картона.

Перед упаковыванием ящики и короба выстилают внутри чистой оберточной бумагой, верхние края которой загибают внутрь так, чтобы концы их перекрывали друг друга. Фасованные изделия допускается упаковывать во все виды ящиков, не застилая их бумагой, а весовые изделия — только в новые ящики из гофрированного или литого картона. Зазоры между изделиями и стенками ящиков заполняют чистой мятой бумагой. При укладке макарон, высушенных в каскетах, между их торцами прокладывают вертикальные прослойки бумаги.

В некоторых случаях, когда макаронные изделия предназначены для реализации в близлежащих районах или при транспортировании их на расстояние не более 500 км, они могут быть упакованы в четырехслойные бумажные мешки (по ГОСТ 2226).

Однако в такую тару нельзя упаковывать длинные изделия, а масса единицы упаковки не должна превышать 20 кг.

Допускаемые отклонения в меньшую сторону в массе нетто макаронных изделий (при стандартной влажности) не должны превышать 0,5 % массы весовой упаковочной единицы. Отклонения по верхнему пределу не ограничиваются.

Фасованные макаронные изделия разрешается упаковывать в тару-оборудование (по ГОСТ 24831).

На каждую единицу транспортной тары наносят маркировку, характеризующую продукцию: товарный знак и наименование предприятия-изготовителя, наименование макаронных изделий, их группу и класс, дату выработки, массу нетто (при стандартной влажности), массу тары (для весовых изделий), срок хранения, обозначение стандарта, а также надписи «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги».

В упаковочной единице должны быть макаронные изделия одного типа и вида.

Макаронные изделия, предназначенные для перевозки водным или смешанным железнодорожно-водным транспортом, должны упаковываться только в дощатые или фанерные ящики.

Ящики и другие упаковочные материалы должны быть прочными, чистыми, сухими, не зараженными вредителями хлебных запасов, без постороннего запаха.

Во избежание увлажнения и порчи упаковываемой продукции максимальная влажность тары (%) не должна превышать следующих значений:

Ящики тесовые	18	Картон коробочный	10
Ящики фанерные:		Целлофан	12
планки	20	Бумага марки А	7
фанера	15	Бумага мешочная	11
Ящики картонные	12		

ХРАНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ И ПРИЧИНЫ ЕЕ ПОРЧИ

Ящики, коробка и мешки с упакованной макаронной продукцией следует хранить в складских помещениях на стеллажах или поддонах. Эти помещения должны быть чистыми, сухими, хорошо проветриваемыми, не зараженными амбарными вредителями, защищенными от воздействия атмосферных осадков, с относительной влажностью воздуха не более 70 % и температурой не выше 30 °С. Нельзя хранить изделия вместе с товарами, имеющими специфический запах, так как макаронная продукция впитывает этот запах.

Макаронные изделия не боятся низких температур, поэтому их можно хранить в сухих неотапливаемых помещениях.

Продукцию, упакованную в ящики из картона, укладывают по высоте не более чем в 7 рядов, а упакованную в бумажные мешки — не более чем в 6 рядов.

Гарантийный срок хранения макаронных изделий, приготовленных без добавок, один год со дня выработки.

Наиболее частая причина порчи изделий — плесневение в результате повышения влажности. Макаaronные изделия гигроскопичны, попадая во влажную среду, они впитывают влагу. Опасность плесневения возникает при повышении влажности изделий до 16 %. Кроме того, попадая во влажную среду, макаронная продукция, интенсивно поглощая влагу, может растрескаться и превратиться в лом. Поэтому, если потребитель предъявляет претензии предприятию-изготовителю по качеству изделий (по порчиности или наличию плесени) спустя некоторое время, он должен представить гарантии соблюдения правил хранения изделий за это время.

По кривым равновесной влажности (см. рис. 52) можно определить, какую влажность будут иметь макаронные изделия, попадая в среду с теми или иными параметрами воздуха. Однако при этом следует иметь в виду, что при увлажнении изделий (сорбция влаги) равновесная влажность их будет примерно на 1 % ниже, чем при высушивании (десорбция влаги) для одних и тех же параметров воздуха вследствие сорбционного гистерезиса.

Макаронные изделия подобно зерну, муке и другим зернопродуктам могут повреждаться различными вредителями, насекомыми (см. рис. 13) и грызунами (мыши, крысы). Насекомые могут попадать в сырье и макаронные изделия как при хранении, так и при перевозках.

Чтобы предотвратить заражение продуктов вредителями, необходимо соблюдать правила транспортирования и хранения, систематически проводить профилактические мероприятия для предупреждения возможности заражения: тщательно проверять зараженность муки, готовых изделий и тары, содержать все помещения и оборудование предприятия в чистоте. Пол, потолок и стены складских помещений должны быть плотными, без щелей, на вентиляционных каналах следует устанавливать сетки и т. д.

К истребительным мероприятиям относятся дезинфекция, дезинсекция и дератизация фабрик — это система мер по уничтожению соответственно микробов, насекомых и грызунов. Эти мероприятия должны систематически проводить специальные бюро при непосредственном участии администрации предприятия. Пуск предприятия после общей газовой, жидкостной или порошковидной дезинсекции может быть осуществлен только с разрешения Госсанинспекции.

1. Каково назначение сортировки макаронных изделий и в чем она заключается?
2. Какой вид брака можно пускать на вторичную переработку?
3. В чем состоит подготовка брака к вторичной переработке?
4. Какие материалы используют для упаковки макаронных изделий?
5. Каковы основные правила хранения макаронной продукции?
6. Каковы основные виды и причины порчи макаронных изделий в процессе хранения и меры для их предотвращения?

Глава 10

ПРОИЗВОДСТВО НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ



В последние годы наряду с производством традиционных видов макаронных изделий — сухих макаронных изделий из продуктов помола пшеницы — все большее распространение во многих странах, в том числе и в России, получают разработка и производство нетрадиционных видов макаронных изделий. Это обусловлено рядом причин: стремлением к сокращению производственного цикла и энергетических затрат (например, посредством производства изделий в сыром, несушеном виде), к сокращению времени кулинарной обработки сухих изделий (производство быстрорастворивающихся изделий и изделий, не требующих варки), к расширению сырьевой базы макаронного производства путем использования нетрадиционного сырья (например, бесклеяковинного крахмалсодержащего).

Остановимся на главных предпосылках разработки и на некоторых конкретных технологических приемах производства основных видов нетрадиционных макаронных изделий.

СЫРЫЕ МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Наряду с производством традиционных видов макаронных изделий в сухом виде стандарты и нормативные акты большинства стран предусматривают возможность производства и реализации сырых, несущеных макаронных изделий. В частности, итальянское законодательство допускает выпуск сырых изделий влажностью не более 30 % при величине их кислотности не более 6 град. Срок хранения таких изделий в холодильнике составляет до 4 сут.

Сырые макаронные изделия предназначены главным образом

для потребления в столовых и кафе, однако вследствие их низкой цены и быстрой варки спрос населения разных стран на них неуклонно увеличивается. Так, в Италии среднегодовой рост потребления сырых макаронных изделий составляет 5 %, а годовое промышленное производство — 4,3 % производства сухих изделий. Увеличивается популярность сырых макаронных изделий и во Франции, Великобритании, США: предположительный ежегодный рост их реализации в ближайшее десятилетие будет на уровне 15 %.

В нашей стране в 1992 г. введены в действие ТУ 8 РСФСР 11-94—91 на сырые макаронные изделия. Этот документ регламентирует выработку полуфабриката из хлебопекарной муки высшего сорта без добавок или с добавками. Влажность изделий должна быть не более 28 %, кислотность — не более 4 град для изделий без добавок и не более 10 град для изделий с томатными добавками. Продукция должна быть расфасована в пакеты из целлофана или полиэтиленовой пленки или упакована в пергамент. Хранение изделий при температуре не выше -1°C допускается в течение не более 30 сут, при комнатной температуре — не более 24 ч. Однако в нашей стране выпуск макаронных изделий в сыром виде не получил распространения. Основная причина этого — непродолжительный срок реализации вследствие высокой активности воды в сырых изделиях и в связи с этим быстрое развитие в них бактерий и плесеней.

Для удлинения срока хранения макаронных изделий в сыром виде за рубежом применяют разнообразные способы: замораживание, тепловую обработку, упаковку под вакуумом и в регулируемой газовой среде, изменение рН макаронного теста и некоторые другие способы.

Замораживание сырых изделий и хранение их в таком состоянии позволяет в зависимости от глубины замораживания удлинить срок хранения до 90...130 сут. Однако такой способ экономически невыгоден и находит применение главным образом для сырых изделий из теста с начинками (пельмени, ravioli и т. п.), хотя в некоторых странах (США, Канада, Япония, Китай) в замороженном виде выпускаются и макаронные изделия.

Большее распространение для производства сырых макаронных изделий длительного хранения получили следующие способы: тепловая обработка, упаковка в вакууме или в регулируемой газовой среде.

В Италии запатентован способ (пат. № 987559), предусматривающий термообработку упакованных сырых изделий в течение 10...20 мин при температуре 120...130 $^{\circ}\text{C}$. Срок хранения таких изделий в герметичной упаковке составляет 60...90 сут.

В США запатентован способ (пат. № 4876104), который предполагает ошпаривание сырой лапши влажностью не более 30 %

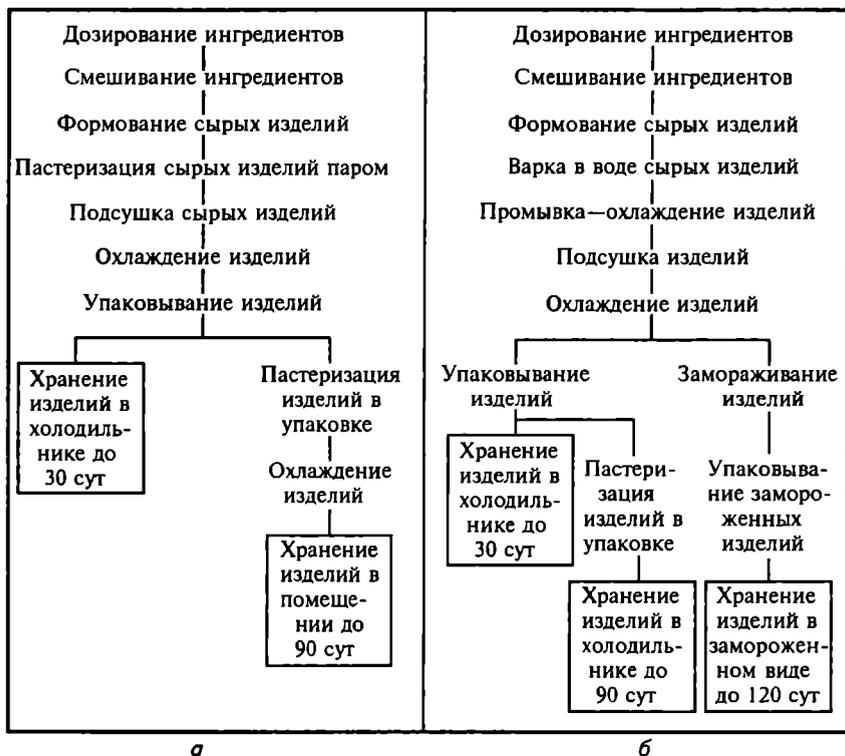


Рис. 80. Технологические стадии производства макаронных изделий:

а — сырых; б — сырых пропаренных

паром температурой около 200 °С и упаковывание ее в пакеты с содержанием кислорода не более 1 %.

Фирма «Паван» (Италия) предлагает две основные технологические схемы производства сырых макаронных изделий длительного хранения (рис. 80). Пастеризация осуществляется при этом обычно паром, реже — в баке с горячей водой при температуре не менее 84 °С в течение короткого промежутка времени. Помимо термической инактивации микроорганизмов такая обработка приводит к увеличению степени насыщенности желтого оттенка изделий и к приобретению ими восковидной поверхности вследствие декстринизации крахмала. Все это улучшает эстетический вид продуктов.

Использование стадии подсушки для сырых изделий, термообработанных паром или горячей водой, обусловлено необходимостью снижения их влажности максимум до 30 %, а

также снижения поверхностной клейкости и слипания продукта. Рекомендуются следующие параметры подсушки: температура воздуха не ниже 70 °С (для предотвращения развития бактерий) при высокой относительной влажности (для предотвращения трещин на поверхности изделий), время подсушки 40 мин.

Подсушенные изделия следует охлаждать, соблюдая следующие условия: необходимо обеспечить быстрое охлаждение в интервале температур, благоприятных для жизнедеятельности микроорганизмов; охлаждение проводить в герметичной камере, чтобы избежать обсеменения продукта микроорганизмами воздуха и слипания изделий между собой. Температурные условия охлаждения сырых изделий, предназначенных для хранения в холодильнике и на воздухе, несколько отличаются. При хранении изделий в холодильнике при температуре 3...4 °С продукт следует охлаждать до этой температуры до его упаковки. Макароны изделия, предназначенные для длительного хранения в комнатных условиях, следует охлаждать до температуры примерно 15 °С. Это обеспечивает достаточную надежность предотвращения развития микроорганизмов во время охлаждения и значительно снижает продолжительность последующей стадии пастеризации и расход энергии на ее проведение.

Окончательная пастеризация упакованной продукции осуществляется воздухом температурой 95...97 °С (большая температура может привести к интенсивному испарению влаги и образованию пузырьков в изделиях). Продолжительность выдерживания при этой температуре составляет от 40 до 60 мин в зависимости от толщины изделий; температура их внутренней части должна сохраняться на уровне 84 °С в течение некоторого времени.

Пастеризацию можно осуществлять микроволнами (СВЧ-обработкой), что в еще большей степени увеличивает срок хранения изделий.

Микроорганизмы могут попадать на изделия с упаковки и затем развиваться внутри ее. Поэтому многие фирмы сырые макаронные изделия упаковывают в пакеты из влаго- и газонепроницаемой пленки, заполненные азотом, диоксидом углерода или их смесью либо предварительно обработанные асептическим веществом, например аскорбилпальмитатом, который берется в количестве 1 % массы упаковываемой продукции. Чаще всего при упаковке сырых макаронных изделий в пакеты в качестве контролируемой газовой среды используют смесь азота и диоксида углерода в соотношении 80:20.

В табл. 41 приведены сравнительные данные, полученные итальянскими исследователями, по продолжительности хранения сырых макаронных изделий разных способов обработки и упаковки.

Характеристика макаронных изделий и сроки их хранения

Виды изделия и упаковки	Влажность изделий, %	Активность воды в изделиях, ед.	Срок хранения, сут	
			в контролируемой газовой среде	в атмосфере воздуха
Свежие сырые изделия в упаковке:				
негерметичной	30...40	0,96...0,98	—	1...5
герметичной	26...30	0,91...0,95	20...30	Менее 15
Пастеризованные изделия в герметичной упаковке				
сырые	26...30	0,92...0,95	30...90	30...50
сырые подсушенные (по технологии итальянской фирмы «Барилла»)	22...24	0,88...0,89	Более 90	—

Кроме рассмотренных способов производства сырых макаронных изделий увеличенного срока хранения используют и другие, менее распространенные. Так, патент США № 4965082 предусматривает при производстве сырых изделий добавление в тесто влажностью до 30 % 0,1...10 % этилового спирта и 0,1...2 % глицеролмоностеарата, которые подавляют жизнедеятельность микроорганизмов в изделиях. Подобный результат достигается снижением величины рН сырых макаронных изделий путем добавления небольших доз пищевых кислот, в частности лимонной или молочной. Срок хранения таких изделий в зависимости от вида упаковки составляет от 2 недель до 6 мес.

Как мы видим, применение замораживания, пастеризации и упаковывания сырых макаронных изделий в пакеты с контролируемой газовой средой устраняет стадию сушки изделий, однако требует специальных установок и дополнительных затрат на проведение тех или иных операций. В связи с этим весьма выгодным, особенно для мелких цехов, считается выпуск сырых макаронных изделий, упакованных небольшими дозами во влагопроницаемую упаковку — бумажные пакеты или картонные коробочки. При хранении в такой упаковке в домашних условиях происходит постепенное самовысыхание изделий до определенной равновесной влажности, после чего они могут храниться в течение длительного срока, как обычные сухие макаронные изделия.

На первом этапе наших исследований мы анализировали изменение качества сырых макаронных изделий (макароны, рожки, короткорезаная вермишель), упакованных по 200 г в пакеты из полиэтиленовой пленки и в картонные коробочки, при хранении в помещении (температура воздуха 21...22 °С, относительная

влажность 50...60 %) и в бытовом холодильнике (температура 6...7 °С).

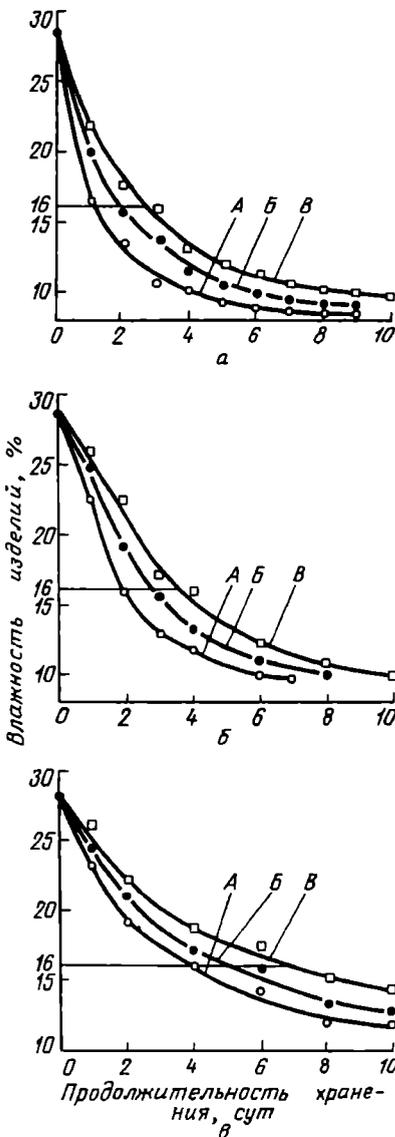
Признаки плесени на сырых изделиях появились на третьи сутки хранения всех видов изделий в полиэтиленовых пакетах и в коробочках на макаронах, которые хранились в помещении. При хранении сырых изделий в полиэтиленовых пакетах в помещении в течение двух суток, в холодильнике (при обоих видах упаковки) — до семи суток, а также при хранении вермишели и рожков в коробочках в помещении плесень не была обнаружена.

Необходимо отметить, что во всех случаях, даже при хранении сырых изделий в полиэтиленовых пакетах в помещении, величина кислотности не превышала допустимого стандартом предела (4 град). И даже при наличии явных признаков порчи сырых изделий в виде появления плесени их кислотность оставалась в пределах нормы. Это говорит о том, что показатель кислотности сырых изделий не может являться критерием их микробиологической чистоты.

Таким образом, срок хранения сырых изделий в герметичной упаковке составляет в помещении 1 сут, в холодильнике 7 сут. Эти сроки соответствуют принятым в зарубежных странах нормам хранения свежих (без дополнительной обработки) сырых макаронных изделий из теста. В то же время при хранении сырых макаронных изделий во влагопроницаемой упаковке срок хранения значительно увеличивается вследствие десорбции из них влаги. При этом степень десорбции влаги (скорость сушки изделий) определяется не только условиями хранения, но и видом продукта. Последнее обуславливается плотностью укладки изделий в упаковке: наиболее плотно укладываются прямые длинные изделия, в частности макароны. Поэтому на процесс десорбции влаги оказывает влияние масса упаковки или же толщина слоя в упаковке. В связи с этим было исследовано влияние как температурно-влажностных условий хранения, так и массы упаковки на процесс десорбции влаги из сырых изделий, упакованных во влагопроницаемую тару.

Таким образом, для разработки технологических режимов производства, упаковки и хранения сырых изделий с самовысыханием их в упаковке и для создания тех или иных условий для длительного хранения изделий необходимо для каждого конкретного условия построить кривые десорбции влаги из самовысыхающих изделий. При этом необходимо иметь в виду, что в макаронных изделиях при активности воды менее 0,7 микроорганизмы и плесень не развиваются. Это значение соответствует влажности изделий порядка 16 %. Следовательно, если при каком-либо режиме хранения сырые изделия высыхают в упаковке до 16%-ной влажности без появления признаков плесени, то этот режим можно считать приемлемым для дальнейшего длительного хранения высохших изделий.

Рис. 81. Кривые десорбции влаги при хранении вермишели (а), рожков (б) и макарон (в) в условиях режимов А, Б и В



На следующем этапе нашего исследования сырые макаронные изделия готовили по традиционной технологии и упаковывали в картонные коробочки и бумажные пакеты массой по 100 и 200 г. Упакованные изделия хранили при трех температурно-влажностных условиях:

А — в помещении лаборатории (температура 21...22 °С и относительная влажность воздуха 50...60 %). Это средние условия для хранения, которые наблюдаются в средней климатической зоне России в зимнее и весеннее время;

Б — в помещении лаборатории (температура 20...22 °С и относительная влажность воздуха 70...80 %) — наиболее неблагоприятные условия для хранения, которые наблюдаются в средней климатической зоне России в осенний период;

В — в бытовом холодильнике при температуре 6...7 °С.

Полученные экспериментальные кривые десорбции влаги из сырых макаронных изделий приведены на рис. 81.

Характер кривых десорбции влаги из вермишели, упакованной в картонные коробочки массой 200 г (рис. 81, а), позволяют сделать вывод о пригодности всех режимов

хранения вермишели (А, Б и В). Наиболее благоприятны режимы А и В: влажность вермишели достигает 16 % после первых и третьих суток, что не превышает установленных выше гарантированных сроков хранения изделий соответственно в помещении

и в холодильнике. Менее благоприятен режим Б, так как микробиологические процессы прекращаются только на вторые сутки.

Подобные результаты получены и для рожков (рис. 81, б), хотя и с некоторым увеличением времени достижения 16%-ной влажности (в среднем на 0,5 сут).

При хранении макарон в коробочках массой 200 г процесс десорбции влаги идет значительно медленнее (рис. 81, в). Это связано с большей плотностью укладывания изделий в упаковке, вследствие чего влага с трудом мигрирует из внутренних слоев изделий. Поэтому при хранении макарон в условиях режима Б плесень образуется после 3 сут хранения. При хранении же в режимах А и В плесень не образуется, но срок достижения влажности 16 % превышает гарантийный срок хранения соответственно на 2 и 1 сут, что недопустимо.

Таким образом, при массе упаковки сырых макаронных изделий в картонные коробочки 200 г возможно длительное хранение короткорезаной вермишели и рожков после выдерживания их в течение 2...3 сут в сухом помещении (режим А) или 3...4 сут в холодильнике (режим В). При высушении этих видов изделий в картонных коробочках в сырое время года, а также макарон (при всех режимах) необходимо подбирать другие способы, используя модифицированные предварительные приемы технологической обработки сырых изделий или изменяя условия упаковки.

Среди технологических способов обработки сырых изделий наиболее подходящим является способ с применением высокотемпературного режима замеса. При этом кроме снижения обсемененности продукта микроорганизмами уменьшается влажность выпрессовываемых сырых изделий (после обдувки).

Как показывают кривые десорбции влаги из вермишели и рожков (рис. 82), изготовленных при высокотемпературном режиме замеса теста, упакованных в картонные коробочки массой по 200 г и помещенных на хранение в режиме Б, снижение начальной влажности по сравнению с традиционным режимом

замеса составляет соответственно 4 и 3 %. В результате этого при хранении в неблагоприятном режиме продукция достигает 16%-ной влажности после 1,5 сут хранения. Это наряду с частичной пастеризацией изделий при высокотем-

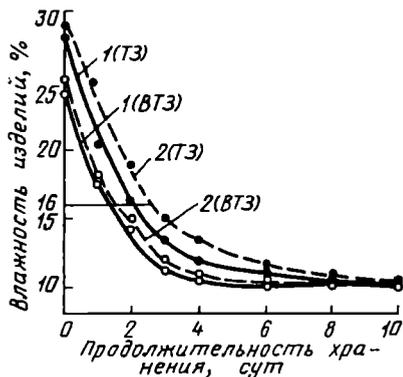


Рис. 82. Кривые десорбции влаги из вермишели (1) и рожков (2), изготовленных при традиционном (ТЗ) и высокотемпературном (ВТЗ) режимах замеса

пературном режиме замеса теста обеспечивает возможность их длительного хранения.

Подобный эффект достигается при использовании высокотемпературного режима формования сырых изделий через горячие матрицы, а в еще большей степени — путем кратковременной СВЧ-обработки выпрессовываемых сырых изделий.

В то же время использование высокотемпературных режимов замеса и формования длинных макаронных изделий, в частности макарон, нежелательно, так как у выпрессовываемого полуфабриката появляется ломкость, которая приводит к затруднениям при его разделке. Для достижения длительного хранения макарон в упаковке возможно, например, изменение условий упаковки: либо сокращение массы дозы упаковки сырых макарон в картонные коробочки до 100 г, либо при сохранении дозы упаковки массой 200 г использование упаковочного материала с большей степенью влагопроницаемости — бумажные пакеты.

БЫСТРОРАЗВАРИВАЕМЫЕ И НЕ ТРЕБУЮЩИЕ ВАРКИ ИЗДЕЛИЯ

К быстроразвариваемым относят макаронные изделия, которые полностью провариваются в кипящей воде в течение не более 3...5 мин, а к макаронным изделиям, не требующим варки, относят изделия, для проваривания которых достаточно выдержать их в течение 3...5 мин в горячей воде температурой не менее 80...85 °С.

Быстроразвариваемыми являются традиционные макаронные изделия с толщиной стенок 0,5...0,7 мм, лапша и суповые засыпки, вермишель паутинка. Однако производство таких изделий требует особо точных матриц, коэффициент живого сечения которых довольно низок, следовательно, и производительность пресса низкая. И хотя время сушки таких изделий снижается, что позволяет смягчить режимы сушки, в частности, в паровых конвейерных сушилках, незначительная толщина обуславливает низкую прочность этих изделий, их ломкость при упаковывании и транспортировании. Поэтому для приготовления быстроразвариваемых макаронных изделий с толщиной стенок 0,8...1,2 мм и более применяют частичную гигротермическую обработку их после прессования или подсушки с последующей сушкой до стандартной влажности. Такая обработка приводит к частичной денатурации белков и частичной клейстеризации крахмала, т. е. к предварительной частичной проварке изделий. Все это снижает продолжительность варки изделий в процессе их приготовления.

Основная трудность, возникающая в процессе производства такого вида быстроразвариваемых макаронных изделий, — появ-

ление клейкости у изделий после их гигротермической обработки в результате клейстеризации крахмала в поверхностных слоях изделий. Поэтому обработка паром обычно осуществляется в пропаривателях-трясунах, конструкция которых подобна конструкции трабатто или виброохлаждителя (см. рис. 60 и 64) с подачей вместо воздуха пара с определенными параметрами.

Некоторые фирмы предлагают приготовление быстрозаряжаемых макаронных изделий путем добавления при замесе теста к нативной пшеничной муке до 50 % частично клейстеризованной муки (фирма «Липтон», США, пат. № 3846563) либо путем частичной клейстеризации крахмала теста в шнековой камере пресса-экструдера при температуре до 100 °С (фирма «Венджер», США, пат. № 4763569). Однако эти приемы приводят к частичной денатурации клейковинных белков и к потере ими связующих свойств еще до формирования структуры макаронных изделий. Поэтому даже незначительная переварка приготовленных такими способами изделий ведет к распаду их структуры — к увеличению потерь сухих веществ, превращению сваренных изделий в кашеобразное состояние, несмотря на то что прочность их в сухом виде может быть даже больше изделий традиционного производства вследствие высоких клеящих свойств клейстеризованного крахмала.

На глубокой гигротермической обработке сырых или подсушенных макаронных изделий основаны наиболее распространенные в настоящее время способы приготовления не требующих варки изделий. В частности, полное пропаривание сырых изделий влажностью 28...32 % и с толщиной стенок 0,6...0,8 мм достигается при их обработке перегретым паром температурой 105...120 °С в течение около 10 мин. После сушки крахмал в таких изделиях находится в модифицированном состоянии: при его увлажнении горячей водой восстанавливаются свойства клейстеризованного крахмала.

Одним из вариантов производства не требующей варки лапши является способ (пат. США № 4783339), который предусматривает формование ленты теста толщиной 0,8...1,0 мм, обработку ее паром давлением 41,4 кПа в течение 1,5...3 мин, подсушку ленты, нарезание ее в лапшу и окончательную сушку лапши.

К не требующим варки макаронным изделиям относится и китайская лапша «Рамион», которую проваривают в растительном масле (пальмовом, арахисовом, кокосовом) температурой 180 °С в течение 70 с, а затем охлаждают до 20 °С. Преимуществом такого способа является скоротечность процесса, во время которого происходит проваривание изделий собственной влагой, быстро превращающейся в пар, с одновременным снижением ее содержания до 6,5 %.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ БЕСКЛЕЙКОВИННОГО КРАХМАЛСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

К бесклеиковинному крахмалсодержащему сырью (БКС) относятся мука и крахмал злаковых (рис, кукуруза, ячмень, сорго, овес и др.), кроме пшеницы, клубневых (картофель, кассава) и бобовых (горох, люпин) культур. Добавление БКС в нативном виде к пшеничной муке при изготовлении макаронных изделий снижает относительную долю в ней основного структурообразующего компонента изделий — клейковинных белков. В результате ухудшаются физические свойства макаронных изделий: снижаются прочность и пластичность выпрессовываемого полуфабриката, увеличиваются слипание и потери сухих веществ при варке изделий. Поэтому допустимое количество БКС в смеси с пшеничной мукой нормального качества при производстве макаронных изделий по традиционной технологии не превышает 10 %. Для увеличения доли БКС в изделиях некоторые исследователи рекомендуют проводить предварительную его клейстеризацию, исходя из того, что в таком виде БКС приобретает клеящие свойства. Однако, как мы установили выше (см. рис. 33), добавление БКС в клейстеризованном виде менее желательно, чем в нативном состоянии, так как в этом случае в большей степени ослабляется структура макаронных изделий во время варки.

В то же время надо отметить целесообразность производства макаронных изделий, целиком состоящих из БКС, главным образом с целью расширения ассортимента продуктов питания для детей с острой почечной недостаточностью и с другими заболеваниями, при которых необходима безбелковая или аглютеновая (бесклеиковинная) диета. Кроме того, в ряде азиатских стран крахмальные макаронные изделия являются национальным блюдом.

Формовать макаронные изделия из БКС по традиционной технологии невозможно вследствие отсутствия вязкотекучих свойств у нативного крахмала при температурно-влажностных режимах замеса и формования, характерных для режимов холодной экструзии, используемых в макаронном производстве. Поэтому при производстве макаронных изделий из БКС ведущие зарубежные фирмы применяют частичную его клейстеризацию.

В технологической схеме производства макаронных изделий из БКС фирмы «Брайбанти» (Италия), представленной на рис. 83, а, мука, например рисовая, из бункера для хранения 1 через циклон 2 поступает в варочный аппарат 3. Сюда же подается вода. Соотношение муки и воды 1:5. Аппарат снабжен паровой рубашкой. В аппарате происходит заваривание муки при температуре 95 °С в течение 30 мин при непрерывном перемешивании суспензии. Заваренная суспензия насосом 4 подается в

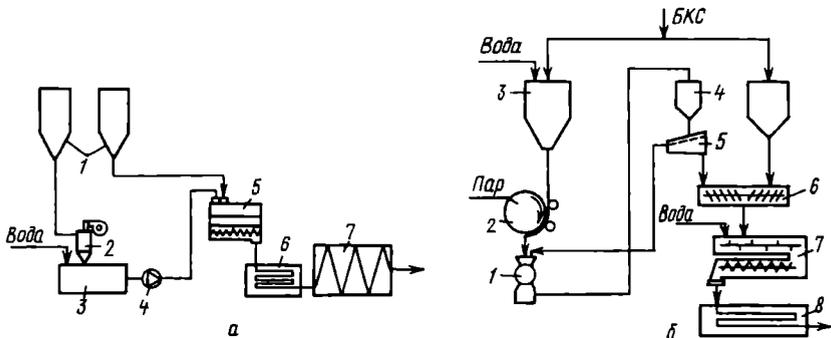


Рис. 83. Технологические схемы производства макаронных изделий из бесклеякового крахмалсодержащего сырья:

а — фирмы «Брайбанти»; *б* — фирмы «Бассано»

месильное корыто пресса 5, куда поступает остальное количество сырья, которое составляет 93...95 массовых частей общей его массы, идущей на изготовление макаронных изделий. После смешивания ингредиентов в течение 15 мин сыпучая масса теста поступает в шнековую камеру и формуется через матрицу при температуре 35...40 °С. Затем изделия сушат воздухом температурой около 40 °С. При этом сушку осуществляют в два этапа: сначала в трабатто 6, чтобы предотвратить слипание изделий, а затем в барабанной сушилке 7.

На рис. 83, б представлена схема производства макаронных изделий из БКС, разработанная фирмой «Бассано» совместно с лабораторией технологии переработки зерна «ИРАТ» (Франция). Данная схема отличается от предыдущей тем, что клейстеризации подвергается бóльшая доля БКС — 25 %. Для этого в бак 3 с мешалкой подают муку БКС и воду в соотношении 1:2. Приготовленную суспензию клейстеризуют с одновременной сушкой на барабанном клейстеризаторе 2, внутрь которого поступает пар под давлением 0,4 МПа. Клейстеризованную муку размалывают на мельнице 1, подают в промежуточный бункер 4, просеивают через сито 5 с отверстиями размером 125 мкм и подают на смешивание с остальным количеством сырья в смеситель 6. Далее тесто перемешивается в течение 15...20 мин и формуется на шнековом макаронном прессе 7. Выпрессовываемые изделия сушат в ленточной сушилке 8 при температуре воздуха 35 °С и относительной влажности 60 %.

Разработанная в макаронной лаборатории ВНИИХПа технология изготовления безбелковой вермишели примерно такая же, как и предыдущая схема. Ее отличие состоит в том, что замес теста производится из 85 % нативного и 15 % набухающего ку-

курузного крахмала. Вермишель изготавливают на механизированных поточных линиях с прессами ЛПЛ-2М и паровыми конвейерными сушилками.

Обычно для приготовления крахмальной восточной лапши тесто замешивают из БКС влажностью до 45 %, прокатывают его в ленту через валки и нарезают ленты в лапшу. Затем лапшу для закрепления ее структуры обрабатывают паром или обваривают в горячей воде, после чего замораживают или сушат.

В рассмотренных выше способах производства макаронных изделий из БКС роль связующего компонента и пластификатора в отсутствие клейковины выполняет клейстеризованный крахмал. И если в сухом виде клеящие свойства его мало уступают клеящим свойствам сухой клейковины, то во время варки он в отличие от клейковины не фиксирует структуру изделий, а ослабляет ее в результате размягчения. Поэтому варочные свойства изделий из БКС в значительной степени уступают варочным свойствам изделий из пшеничной муки. Кроме того, необходимость использования предварительно клейстеризованного или набухающего крахмала повышает стоимость изделий из БКС и усложняет технологию их производства.

Предложенная автором технология изготовления макаронных изделий из БКС с использованием высокотемпературного замеса теста и формования его в режиме теплой экструзии таких недостатков не имеет. В данном случае высокие температуры замеса теста приводят к разрушению кристаллической структуры части крахмальных зерен (см. табл. 26), а последующее прессование в шнековой камере — к переходу их в желатинированное состояние. Желатинированный крахмал обладает подобно клейстеризованному крахмалу клеящими и пластифицирующими свойствами, однако в отличие от клейстеризации желатинирование происходит в условиях дефицита влаги под действием сдвиговых усилий на тесто со стороны вращающегося шнека. Иными словами, клейстеризация — это процесс гидротермической деструкции крахмала, а желатинирование — процесс механотермической деструкции, которую можно осуществить на макаронном прессе без использования дополнительных устройств, а лишь за счет нагрева тестовой массы при определенных температурно-влажностных условиях.

Для определения оптимальных режимов замеса и прессования макаронного теста из БКС с использованием термообработки теста при замесе было исследовано влияние технологических параметров (влажности и температуры теста после замеса) и вида исходного БКС на структурно-механические свойства теста. Эти свойства оценивались степенью текучести и когезионной прочностью теста.

В качестве исходного БКС использовали муку из риса, кукурузы, ячменя и крахмал из кукурузы и картофеля.

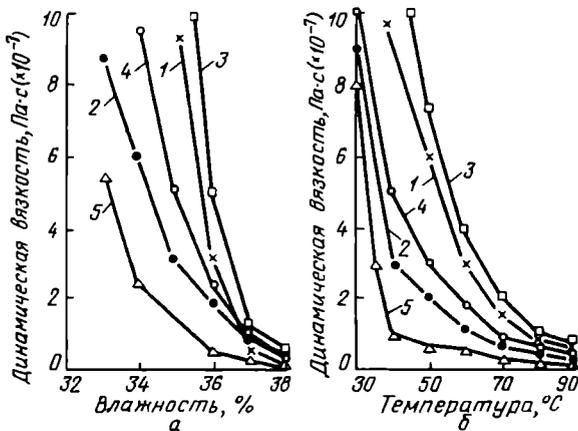


Рис. 84. Влияние влажности (а) и температуры (б) на изменение вязкости теста:

1 — из картофельного крахмала; 2 — из рисовой муки; 3 — из кукурузного крахмала; 4 — из ячменной муки; 5 — из кукурузной муки

На рис. 84 приведены кривые зависимости вязкости теста из БКС от его влажности и температуры. При анализе влияния влажности теста на его вязкость температуру во всех случаях поддерживали на уровне 40...45 °С, т. е. на уровне температуры теста, рекомендуемой при прессовании на шнековых макаронных прессах по традиционной технологии. При анализе влияния температуры теста на его вязкость влажность теста составляла 35 %, т. е. находилась на уровне минимальной влажности, используемой при прессовании теста из БКС.

Из приведенных графиков следует, что при использовании одинакового вида сырья вязкость теста уменьшается как с увеличением влажности теста, так и с увеличением его температуры, хотя и в разной степени для разных видов сырья. Следовательно, текучесть теста растет. Сравнивая эти зависимости, можно отметить, что для получения величины вязкости теста $1 \cdot 10^{-7}$ Па·с, которая является оптимальной для тестовых масс, формируемых на шнековом макаронном прессе, необходимо иметь либо повышенную влажность теста — 37...38 %, либо при более низкой влажности теста более высокую его температуру — 70...80 °С. Последнее предпочтительнее, так как в этом случае предотвращается слипание сырых изделий и сокращается продолжительность их сушки.

На рис. 85 приведены кривые изменения когезионной прочности теста из рисовой, кукурузной, ячменной муки и кукурузного и картофельного крахмала в зависимости от влажности

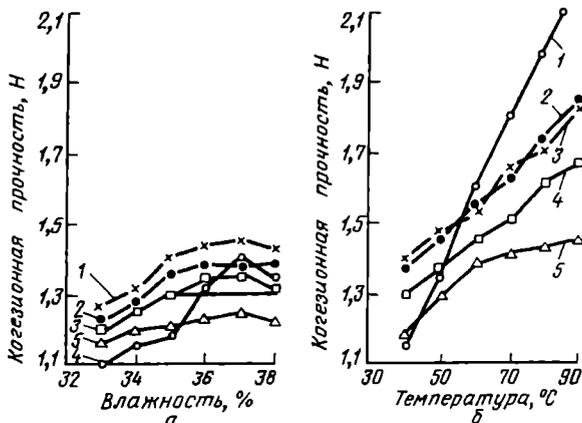


Рис. 85. Влияние влажности (а) и температуры (б) на изменение когезионной прочности теста:

1 — из картофельного крахмала; 2 — из рисовой муки; 3 — из кукурузного крахмала; 4 — из ячменной муки; 5 — из кукурузной муки

теста (при температуре 40...45 °С) и его температуры (при влажности 35 %).

При изменении влажности теста оптимальная величина его когезионной прочности наблюдается при влажности около 37 %. Повышение же температуры теста приводит к постоянному увеличению его когезионной прочности. При этом величина прочности теста из БКС при температурах 70...80 °С значительно превосходит ее максимальную величину (для соответствующего вида сырья) при изменении влажности теста. Это подтверждает целесообразность применения нагрева теста из БКС при изготовлении из него макаронных изделий. Однако повышение температуры теста выше 75...80 °С приводит к интенсивному испарению из него влаги в месильном корыте, следовательно, к снижению влажности в нем и скорости выпрессовывания изделий.

Совместное решение полученных уравнений, описывающих характер влияния температурно-влажностных режимов на производительность пресса и качество изделий из БКС — прочность сухой вермишели и потерю сухих веществ при ее варке, позволило установить оптимальные параметры замеса теста: влажность теста 36 %, температура в конце месильного корыта 70...75 °С. При таких параметрах замеса и последующем формовании теста происходит желатинирование оптимальной части крахмала БКС: уменьшение этой части приводит к снижению прочности структуры изделий, текучести теста, увеличение — к чрезмерному по-

вышению прочности структуры из-за большой доли «клея», что потребует чрезмерно длительной варки изделий, сопровождающейся распадом структуры поверхностных слоев.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные виды нетрадиционных макаронных изделий?
2. Каковы основные виды сырых макаронных изделий длительного хранения, способы их обработки и условия хранения?
3. Каковы способы приготовления быстрораствориваемых и не требующих варки макаронных изделий?
4. Какие технологические приемы применяются при изготовлении изделий из бесклейковинного крахмалсодержащего сырья?

Глава 11

НОРМИРОВАНИЕ И УЧЕТ РАСХОДА СЫРЬЯ В МАКАРОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



Назначение учета и контроля на макаронных предприятиях состоит в первую очередь в доведении до минимума потерь сырья, продукции и вспомогательных материалов, обеспечении выпуска макаронных изделий высокого качества, соответствующего требованиям стандарта.

ЗАТРАТЫ И ПОТЕРИ СЫРЬЯ

Один из важных показателей работы макаронного предприятия — это расход сырья в соответствии с установленными нормами, т. е. максимально допустимыми затратами его на выработку единицы продукции.

В макаронном производстве *плановая норма расхода сырья* определяется количеством сырья (муки и добавок), приведенного к влажности 14,5 %, требуемого для изготовления 1 т макаронных изделий влажностью 13,0 %.

Нормирование расхода сырья, т. е. установление плановой нормы, осуществляют с целью обеспечения применения в производстве и планировании обоснованных норм расхода сырья для рационального и эффективного его использования и осуществления режима его экономии.

Нормы расхода сырья зависят от технологических затрат и потерь в производстве, которые складываются из учтенных и безвозвратных потерь:

$$H_c = Z_T + P_y + P_b,$$

где H_c — норма расхода сырья на 1 т изделий, кг; Z_T — технологические затраты сырья, кг/т; P_y и P_b — соответственно учтенные и безвозвратные потери сырья, кг/т.

Выработка макаронных изделий без добавок. Норма расхода муки в этом случае является в то же время и нормой расхода сырья, т. е. $H_M = H_C$.

Технологические затраты муки Z_T , т. е. ту часть муки, которая используется непосредственно на производство макаронной продукции, определяют по формуле

$$Z_T = [(100 - W_{\text{изд}})/(100 - W_M)]1000,$$

где $W_{\text{изд}}$, W_M — соответственно влажность готовых изделий и муки, %.

Таким образом, технологические затраты при выработке изделий без добавок при плановой влажности муки (14,5 %) и плановой влажности изделий (13,0 %) составляют

$$Z_T = [(100 - 13,0)/(100 - 14,5)]1000 = 1017,54 \text{ кг/т.}$$

Учетные потери представляют собой всевозможный санитарный брак муки, полуфабрикатов и готовой продукции (смет с помола муки, тестовой крошки, сырых и готовых изделий; выбой из мешков; запачканный, закисший, заплесневелый полуфабрикат и продукт и т. п.), непригодный к повторной переработке.

Величина этих потерь зависит от типа и технического состояния технологического и транспортного оборудования, правильности ведения технологического процесса, уровня механизации, мощности предприятия, организации рабочих мест, общей культуры производства и некоторых других факторов. В зависимости от всего этого величина учетных потерь обычно находится в пределах 2...4 кг/т (в расчете на 14,5%-ную влажность муки).

Плановый норматив учетных потерь устанавливают путем проведения опытных работ и непосредственных замеров всех видов смета и санитарного брака по участкам технологического процесса.

Величина учетных потерь сырья при плановой влажности 14,5 % (кг/т)

$$P_y = Q_y(100 - W_y)/I_{\Phi}(100 - W_M),$$

где Q_y — суммарная масса собранных во время опытной работы учетных потерь, кг; W_y — средневзвешенная влажность учетных потерь, %; I_{Φ} — масса макаронных изделий, выработанных во время проведения опытных работ, т; W_M — плановая влажность муки (14,5 %).

Рекомендуемые максимально допустимые нормы учетных потерь муки для предприятий средней мощности приведены в табл. 42.

Предельно допустимые нормы учтенных и безвозвратных потерь муки при производстве макаронных изделий (кг/т)

Виды потерь	Нормы потерь
<i>Учтенные потери:</i>	3,70
выбой из мешков	0,75
смет в мукопросивательном отделении	0,40
смет в формовочном отделении	0,41
отходы в сушильном отделении	1,02
отходы в упаковочном отделении	0,74
расходы на лабораторные анализы	0,08
<i>Безвозвратные потери:</i>	1,50
отсев (сход с сит мукопросиватель)	0,08
унос с вентиляционным воздухом	0,30
потери с моечными водами	0,45
перевес при упаковывании	0,67

К безвозвратным потерям относят такие виды потерь, которые теряются безвозвратно, т. е. не входят в конечный продукт и не могут быть собраны в виде отходов. При плохой организации производства, недостаточном теххимическом контроле и учете они могут составлять значительную величину.

Безвозвратные потери складываются из следующих элементов: потерь муки при транспортировании на склад фабрики (до подачи в производство); распыла муки в помещении фабрики при транспортировании ее к прессам, при замесе теста и т. п.; уноса муки с вентилирующим воздухом; потерь теста при чистке матриц; расхода на обязательные лабораторные анализы; потерь вследствие недостаточного химического контроля за влажностью муки и готовых изделий (неучтенная пересушка); остатков муки на таре и прочих потерь.

Величина безвозвратных потерь зависит от конструктивных особенностей и технического состояния оборудования, вентиляционных, аспирационных, транспортных устройств, уровня механизации производства, организации теххимического контроля и частоты смены матриц. Величина безвозвратных потерь неодинакова для предприятий разной мощности и обычно находится в пределах от 1 до 2 кг/т в расчете на 14,5%-ную влажность муки.

При определении нормы расхода муки опытно-производственным методом величину безвозвратных потерь рассчитывают по формуле

$$P_6 = [M(100 - W_{м.ф}) - И_{ф}(100 - W_{и.ф}) - Q_y(100 - W_y)] / (0,0855 И_{ф}),$$

где P_6 — величина безвозвратных потерь сырья плановой влажности (14,5 %), кг/т; M — количество муки, переработанной за время проведения опытных работ, кг; $W_{м.ф.}$, $W_{н.ф.}$, W_y — соответственно средневзвешенная влажность муки, изделий и учтенных потерь, %; I_Φ — количество выработанных изделий за время проведения опытных работ, т; Q_y — количество собранных учтенных потерь, кг.

Рекомендуемые максимально допустимые нормы безвозвратных потерь муки для предприятий средней мощности см. в табл. 42.

Выработка макаронных изделий с добавками. В этом случае часть сухих веществ муки заменяется сухими веществами добавок. В связи с этим плановая норма расхода муки на 1 т готовых изделий уменьшается:

при выработке яичных изделий на 29,2 кг/т;

при выработке изделий с увеличенным содержанием яичных обогатителей на 44,4 кг/т;

при выработке томатных изделий на 23,0 кг/т;

при выработке молочных изделий на 110,0 кг/т;

при выработке изделий «Детские» на 84,4 кг/т.

Для расчета нормы расхода муки при выработке изделий с добавками можно также воспользоваться формулой

$$H_M^D = 85,5 H_M / [85,5 + 0,001 H_D (100 - W_D)],$$

где H_M^D , H_M — соответственно плановая норма расхода муки влажностью 14,5 % на 1 т изделий с добавками и без добавок, кг; H_D — рецептурная норма добавки на 1 т муки, кг; W_D — влажность добавки, %.

УЧЕТ РАСХОДА МУКИ

Для определения выполнения плановой нормы расхода муки на предприятиях не реже одного раза в месяц определяют фактический расход муки на 1 т выработанной продукции. На эту величину помимо потерь муки влияют фактическая влажность муки, поступившей на предприятие, и фактическая влажность выработанных изделий.

По приведенным выше формулам легко подсчитать, что при повышении влажности муки на 0,1 % расход муки возрастает в среднем на 1,2 кг/т, а при увеличении влажности готовых изделий на 0,1 % — снижается в среднем на 1,2 кг/т.

Партии муки, поступающие на предприятие, чаще всего имеют влажность, отличающуюся от базисной (14,5 %), поэтому прежде всего производят пересчет плановой нормы расхода муки на средневзвешенную влажность муки (%):

$$W_{м.ф.} = (M_1 W_1 + M_2 W_2 + \dots + M_n W_n) / (M_1 + M_2 + \dots + M_n),$$

где M_1 , M_2 , ..., M_n — массы отдельных партий муки, т; W_1 , W_2 , ..., W_n — влажности соответствующих партий муки, %.

Выпускаемая продукция при упаковывании и сдаче на склад предприятия также зачастую имеет влажность, которая меньше стандартной (13,0 %). Поэтому надо рассчитать и средневзвешенную влажность изделий (%), выработанных за этот же период:

$$W_{и.ф} = (I_1 W_1 + I_2 W_2 + \dots + I_n W_n) / (I_1 + I_2 + \dots + I_n),$$

где I_1, I_2, \dots, I_n — массы отдельных партий изделий, т; W_1, W_2, \dots, W_n — влажности соответствующих партий изделий, %.

После определения фактических средневзвешенных влажностей муки и изделий проводят пересчет плановой нормы расхода муки на плановую фактическую норму (кг/т):

$$H_{м.ф} = H_m (100 - W_m) (100 - W_{и.ф}) / (100 - W_{м.ф}) (100 - W_{и.ф}),$$

где H_m — плановая норма расхода муки, кг/т; $W_m, W_{и.ф}$ — соответственно базисная влажность муки и стандартная влажность изделий, %.

Учитывая, что $W_m = 14,5$ %, а $W_{и.ф} = 13,0$ %, формула принимает вид

$$H_{м.ф} = H_m \cdot 0,983 (100 - W_{и.ф}) / (100 - W_{м.ф}).$$

Пример. Плановая норма расхода муки на предприятии составляет 1023 кг/т. За отчетный период было израсходовано 1000 т муки, в том числе 300 т влажностью 14 %, 300 т влажностью 13 % и 400 т влажностью 14,5 %. За это же время было сдано на склад предприятия 900 т изделий, в том числе 250 т рожков влажностью 12,6 %, 300 т лапши влажностью 12,0 % и 350 т вермишели влажностью 11,8 %.

Требуется провести пересчет плановой нормы расхода муки на средневзвешенную влажность муки и изделий.

Сначала определим средневзвешенную влажность муки

$$W_{м.ф} = (300 \cdot 14,0 + 300 \cdot 13,0 + 400 \cdot 14,5) / 1000 = 13,9 \text{ \%}.$$

Далее определим средневзвешенную влажность изделий

$$W_{и.ф} = (250 \cdot 12,6 + 300 \cdot 12,0 + 350 \cdot 11,8) / 900 = 12,1 \text{ \%}.$$

Теперь пересчитаем плановую норму расхода муки на средневзвешенную влажность муки и изделий, т. е. определим плановую фактическую норму расхода муки,

$$H_{м.ф} = 1023 \cdot 0,983 (100 - 12,1) / (100 - 13,9) = 1026,6 \text{ кг/т}.$$

Масса упакованной продукции, сданной на склад предприятия, должна соответствовать согласно ГОСТ 875 массе ее при

стандартной влажности (13,0 %). Продукцию повышенной влажности выпускать нельзя, а при меньшей влажности надо делать пересчет массы упаковываемых изделий на фактическую влажность изделий по формуле

$$I_{\text{ф}} = I \cdot 87(100 - W_{\text{и.ф}}),$$

где $I_{\text{ф}}$ — масса упаковываемых изделий (кг) при фактической влажности изделий $W_{\text{и.ф}}$ (%); I — масса изделий, указываемая на упаковке при стандартной влажности, кг.

Если не делать такого перерасчета и не контролировать влажность упаковываемой продукции, то возникнет перерасход муки за счет неучтенной пересушки изделий и перевеса упаковываемой продукции.

Обычно в отчетных документах масса партий изделий, переданных на склад продукции, указывается в расчете на стандартную 13%-ную влажность. В этом случае пересчет плановой нормы расхода муки на плановую фактическую норму проводится только по средневзвешенной влажности муки:

$$H_{\text{м.ф}} = H_{\text{м}} \cdot 85,5 / (100 - W_{\text{м.ф}}).$$

Таким образом, величина влажности муки, поступающей на предприятие, при регулярном ее контроле не оказывает влияния на выполнение плановой нормы расхода муки.

К перерасходу муки будет приводить увеличение потерь муки сверх значений, установленных в норме расхода, поэтому необходимо тщательно за этим следить. Все транспортные механизмы и устройства для хранения муки и полуфабриката должны быть плотно закрыты, чтобы избежать потерь продукта. При разделке полуфабриката необходимо бороться с россыпью, а там, где она неизбежна, следует ставить лотки и поддоны, например под катающимся столом, конвейерной сушилкой и т. д.

В сушильном отделении и при упаковывании макарон касетной сушки возникают потери в результате перевозки шкафов и вагонеток, при их разгрузке, сыпке и укладке изделий в ящики. Чтобы избежать этого, следует ставить лотки под упаковочные столы.

Для взвешивания необходимо пользоваться только исправными и проверенными весами, следить, чтобы тара была точно взвешена.

Для контроля удельного расхода муки на предприятии периодически рассчитывают фактический расход муки на 1 т продукции, который определяется отношением массы муки, переданной со склада муки в производство (за вычетом массы теста в прессах, полуфабриката в сушилках, изделий в накопителях, пересчитанной на средневзвешенную влажность

муки), к массе выработанных предприятием за тот же период макаронных изделий при стандартной влажности.

В связи с этим для объективного контроля удельного расхода муки необходимо тщательно учитывать количество и влажность поступающей в производство муки, тщательно собирать все отходы и контролировать влажность передаваемой на склад продукции.

Пример. Плановая норма расхода муки на предприятии составляет 1022,7 кг/т, в том числе норма учтенных потерь — 2 кг/т. За отчетный период со склада муки в производство поступило 1037 т муки средневзвешенной влажностью 14,1 %.

За тот же период фабрикой выработано 1000 т изделий (в расчете на стандартную влажность 13 %), причем на конец отчетного периода в незавершенном производстве (прессы, сушилки, накопители) находилось 20 т полуфабриката (в пересчете на средневзвешенную влажность муки 14,1 %).

Общее количество собранных учтенных потерь составило за отчетный период 1,8 т (в пересчете на средневзвешенную влажность муки).

Определить фактическую норму расхода муки на предприятии за отчетный период и сравнить ее с плановой нормой.

Для анализа расхода муки сначала рассчитаем плановую фактическую норму расхода муки (в пересчете на средневзвешенную влажность муки)

$$\begin{aligned} H_{м.ф} &= H_{м} \cdot 85,5 / (100 - W_{м.ф}) = \\ &= 1022,7 \cdot 85,5 / (100 - 14,1) = 1017,9 \text{ кг/т.} \end{aligned}$$

Общее количество израсходованной за отчетный период муки составило $1037 - 20 = 1017$ т.

Таким образом, фактическая норма расхода муки предприятием на 1 т готовых изделий составила

$$H_{ф} = 1017 \cdot 1000 / 1002 = 1015,0 \text{ кг/т.}$$

Фактическая норма учтенных потерь

$$P_{у.ф} = 1,8 \cdot 1000 / 1002 = 1,8 \text{ кг/т,}$$

что ниже плановой на $2,0 - 1,8 = 0,2$ кг/т.

Следовательно, предприятие за отчетный период не только уложилось в норму расхода муки, но и сэкономило на каждой тонне выпущенной продукции $1017,9 - 1015,0 = 2,9$ кг муки, в том числе за счет снижения учтенных потерь — 0,2 кг/т.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое плановая норма расхода сырья на предприятии?
2. Из чего складываются учтенные и безвозвратные потери муки?
3. Как определить фактический расход сырья на предприятии?
4. В какой последовательности проводят анализ расхода муки на предприятии?

Глава 12

ТЕХНОХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА



На каждом макаронном предприятии должен осуществляться постоянный контроль за соблюдением установленной технологии макаронных изделий на всех стадиях производства, за качеством готовой продукции, а также контроль за расходом и качеством сырья, тары и материалов, поступающих на предприятие.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Основной контроль за соблюдением технологии, качеством сырья и готовой продукции осуществляет лаборатория предприятия.

Схема контроля макаронного производства приведена в табл. 43.

Таблица 43

Схема контроля макаронного производства

Объект контроля	Периодичность контроля	Определяемые показатели	Метод контроля
Мука	Каждая партия	Вкус, запах, цвет, посторонние вкрапления, наличие амбарных вредителей	Органолептический
		Содержание металлопримесей	Магнитный
		Кислотность	Титрование
		Влажность	Высушивание
		Количество и качество сырой клейковины	Отмывание
Добавки:	То же		

Объект контроля	Периодичность контроля	Определяемые показатели	Метод контроля
яичные		Вкус, запах, цвет Кислотность	Органолептический Титрование
молочные		Влажность Вкус, запах, растворимость в воде (для сухого молока) Кислотность	Высушивание Органолептический Титрование
томатные		Вкус, запах, цвет	Органолептический
Тесто в конце замеса	По мере необходимости	Влажность Внешний вид (комковатость) Температура	Высушивание Органолептический Термометрирование
Полуфабрикат (сырые изделия)	То же	Внешний вид (состояние поверхности, толщина стенок, сохранение формы, наличие посторонних вкраплений, цвет) Влажность Температура	Органолептический Высушивание Термометрирование
Готовые изделия	Каждая партия	Кислотность Внешний вид (состояние поверхности, сохранение формы, излом, цвет) Состояние изделий после варки Влажность Кислотность Прочность (для макарон) Содержание лома, крошки, деформированных изделий Содержание металлопримесей	Органолептический Варка Высушивание Титрование На приборе Строганова Отбор вручную и взвешивание Магнитный
Тара и упаковочные материалы	То же	Внешний вид Влажность Наличие плесени Наличие металлопримеси Зараженность амбарными вредителями	Органолептический Высушивание Органолептический »

Более конкретными задачами производственной лаборатории по осуществлению теххимического и микробиологического контроля производства являются:

контроль за соблюдением установленных рецептур, техноло-

гических инструкций и санитарных правил на всех стадиях изготовления продукции;

анализ причин, вызывающих брак, участие в разработке предложений и мероприятий по устранению недостатков в производстве и повышению качества продукции;

контроль за качеством сырья, материалов, тары, поступающих на предприятие;

контроль за соблюдением действующих инструкций по хранению в цехах и на складах предприятия сырья, материалов и готовой продукции;

микробиологический контроль производства на всех стадиях технологического процесса, а также микробиологический контроль чистоты воздуха, воды, аппаратуры, коммуникаций и т. д.;

контроль за санитарным состоянием производства, соблюдением правил личной гигиены работающих, выполнением инструкций по санитарно-техническому контролю производства и по предотвращению попадания посторонних включений в продукцию;

анализ расходования и потерь сырья, материалов в производстве, участие в разработке мероприятий по снижению потерь и отходов;

организация органолептической оценки (дегустации) вырабатываемой продукции.

Задачами лаборатории по учету производства и техникохимической отчетности являются:

ведение техникохимического учета производства на основе данных анализов по утвержденным формам учета, отчетности и инструкциям;

ведение лабораторных журналов и контроль за правильным ведением журналов техникохимического учета производства;

составление совместно с производственным (технологическим) отделом техникохимической отчетности предприятия в установленном порядке на основании данных лаборатории и материально-бухгалтерского учета производства;

участие в разработке мероприятий по устранению недостатков, выявленных в результате анализа работы предприятия, с учетом материалов техникохимической отчетности.

Задачами лаборатории в области научно-исследовательских и экспериментальных работ являются:

лабораторное изучение и экспериментальная проверка в цехах предприятия отдельных вопросов по совершенствованию технологических процессов и участие во внедрении прогрессивной технологии;

участие в освоении и внедрении в производство новых видов сырья, материалов, новых видов продукции и технологического оборудования;

участие в пересмотре действующих и разработке новых стан-

дартов, технических условий на сырье, полуфабрикаты, готовую продукцию и тару.

Осуществляемый производственной лабораторией контроль за качеством вырабатываемой продукции и соблюдением технологических инструкций не освобождает начальников цехов, отделов и участков, сменных инженеров, мастеров и бригадиров предприятия от ответственности за выпуск недоброкачественной или не соответствующей стандартам или техническим условиям и рецептурам продукции, за нарушение технологии производства на руководимых ими участках производства. Для осуществления контроля за соблюдением технологии, качеством сырья, готовой продукции, тары и материалов, расходом сырья макаронные предприятия средней и большой мощности должны иметь соответствующее метрологическое обеспечение.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МУКИ

ПРАВИЛА ОТБОРА ПРОБ

Качество муки устанавливают в каждой однородной партии на основании результатов лабораторного анализа средней пробы, отобранной от этой партии.

Под *партией* муки понимается определенное количество муки одного сорта, предназначенное для хранения, одновременной приемки, отгрузки, сдачи или оценки качества.

Однородной партией называется определенное количество муки одного сорта, однообразной по качественным признакам, определяемым органолептически.

Выемкой называется небольшое количество муки, отбираемое за один прием от данной партии.

Исходной пробой называется совокупность всех отдельных выемок, отобранных от однородной партии муки.

Средней пробой называется часть исходной пробы муки, выделенной для определения качества в лабораторных условиях.

Навеской называется часть средней пробы муки, выделенной для определения отдельных показателей качества.

При бестарных перевозках и хранении муки в силосах (бункерах) выемки муки отбирают в момент загрузки или разгрузки силосов из струи перемещаемой муки механическим пробоотборником или при помощи специального совочка, которым периодически пересекают струю муки по всей ширине и толщине через равные промежутки времени, но не реже чем через 1...2 ч. Масса каждой выемки должна быть 200...300 г, а общая масса отобранных выемок должна составлять не менее 2,0 кг.

Из зашитых мешков выемки отбирают из одного угла мешочным шупом. Перед введением шупа место, в которое его будут

вводить, должно быть очищено мягкой щеткой. Щуп вводят по направлению к средней части мешка снизу вверх желобком вниз, затем поворачивают его на 180° и вынимают. Во избежание высыпания муки после выемки отверстие в ткани мешка затягивают.

В случае использования бязевых мешков с льняной подшивкой выемки берут из горловины.

Количество мешков, из которых берут выемки, устанавливается следующее:

до 5 мешков в партии — из каждого мешка;

от 6 до 100 мешков — не менее чем из 5;

от 101 и более — не менее чем из 5 % мешков от их количества в партии.

Отобранные выемки до объединения их в общую пробу рассматривают и сличают между собой для установления их однородности и соответствия сорта муки на маркировке, а затем ссыпают в чистую крепкую, не зараженную вредителями тару (мешочек или банку с плотно закрывающейся крышкой). Внутри мешочка или банки вкладывают ярлык или анализную карточку, на которой должны быть указаны название вида и сорта муки, масса партии или количество мешков, из которых была отобрана исходная проба, наименование мукомольного завода, дата и смена выбоя, номер вагона, название судна или склада, номер накладной, место и дата отбора пробы, кем отобрана проба (должность, фамилия и подпись).

Исходная проба массой около 2,5 кг одновременно является и средней пробой. Если же масса исходной пробы значительно превышает 2,5 кг, то ее высыпают на стол или широкую доску с гладкой чистой поверхностью и при помощи двух коротких деревянных планок со скошенными ребрами разравнивают в виде квадрата. Затем одновременно с двух противоположных сторон муку ссыпают на середину таким образом, чтобы в результате получился валик. После этого муку захватывают планками с концов валика и одновременно ссыпают на середину. Таким способом перемешивают муку 3 раза. После перемешивания исходную пробу разравнивают тонким слоем и с помощью планки делят по диагоналям на 4 треугольника. Из двух противоположных треугольников муку удаляют, а из двух остальных собирают вместе, перемешивают вышеуказанным способом и вновь делят на 4 треугольника. Так повторяют до тех пор, пока в двух треугольниках не будет получено примерно 2,5 кг муки, которые и являются средней пробой.

Среднюю пробу муки снова разравнивают и делят по диагоналям на 4 треугольника. Муку из каждого двух противоположных треугольников высыпают в две банки с притертыми пробками. В каждую банку вкладывают ярлык с обо-

значениями, указанными выше. Одну часть пробы хранят на случай возникновения спора, а вторую передают в лабораторию для проведения анализов.

ЗАПАХ, ВКУС И ХРУСТ (ПО ГОСТ 9404)

Для определения запаха берут около 20 г муки, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и исследуют на запах. Для усиления ощущения это количество муки переносят в стакан, обливают горячей водой температурой 60 °С, затем воду сливают и тут же определяют запах муки.

Вкус муки нормального качества пресный, при длительном разжевывании с ощущением приятного сладкого вкуса. Кислый или горький вкус свидетельствует о порче муки в основном из-за распада жиров (прогоркания). Чем ниже сорт муки, тем больше в ней жира, тем легче она подвергается порче. Мука, полученная размолотом проросшего зерна, имеет выраженный сладковатый вкус.

Ощущение хруста при разжевывании является следствием наличия в муке минеральных примесей (глины, песка и др.).

Вкус и наличие хруста в муке определяют путем разжевывания 1...2 порций муки массой около 1 г каждая.

ЦВЕТ

Цвет муки определяют несколькими методами.

Метод по ГОСТ 9404. Основан на сравнении испытуемой пробы с установленной характеристикой цвета, данной в соответствующем стандарте. При этом особое внимание обращают на наличие отдельных частиц оболочек или посторонних примесей, нарушающих однородность цвета.

Цвет определяют при дневном рассеянном свете или достаточно ярком искусственном освещении. Арбитражные анализы проводят только при рассеянном дневном свете.

Метод двух светофильтров. Разработан автором для объективной оценки цвета макаронной муки в исследовательских работах. Этот метод основан на разложении цвета пробы муки на три составных цветовых компонента (желтый, белый и коричневый) и определении их процентного соотношения.

Измерения проводят на фотометрах типов ФМ-56, ФМ-58И, ФПМ-1 и т. п., с помощью которых можно определять коэффициенты светоотражения (отражательную способность) твердых проб.

Коэффициенты светоотражения проб муки определяют по общепринятым методикам, сравнивая их с эталонным белым образцом, входящим в комплект прибора. Сначала определяют коэффициент светоотражения через синий (или фиолетовый) све-

тофильтр, а затем — через зеленый. Зная два коэффициента, можно рассчитать количество белого, желтого и коричневого составных цветов в цвете исследуемой пробы муки по формулам

$$B = f; J = (5/4)(g - f); K = 100 - (B + J),$$

где B , J и K — соответственно белый, желтый и коричневый компоненты, %; f и g — коэффициенты светоотражения исследуемой пробы муки при измерении соответственно через синий (фиолетовый) и зеленый светофильтры, ед. прибора.

Для удобства сравнения результатов измерения цвета различных проб муки между собой рассчитывают числовую оценку цвета муки по формуле

$$\text{ОЦ} = J/(0,5B + K).$$

Эта формула основана на том, что для макаронной муки желателен желтый оттенок, менее желателен белый и совсем нежелателен темный оттенок.

Химические методы. Основаны на количественном определении содержания в муке каротиноидных пигментов путем извлечения их растворителями: ацетоном, *n*-бутиловым спиртом, хлороформом, четыреххлористым углеродом, гексаном и т. п. — обычно в соотношении муки и растворителя 1:5.

Смесь муки и растворителя помещают в колбу с притертой пробкой и настаивают в течение определенного времени при определенной температуре, в частности, используя ацетон — в течение 30 мин при температуре 40 °С, смесь хлороформ—этанол (в соотношении 2:1) — 12 ч при 9...10 °С. Содержимое колбы периодически перемешивают. После настаивания растворитель отфильтровывают, а фильтрат подвергают колориметрированию или спектрофотометрированию.

При использовании, например, фотоэлектроколориметра ФЭК-М определяют оптическую плотность фильтрата, помещенного в кювету прибора (расстояние между гранями 30 мм, синий светофильтр). Результаты измерений выражают в единицах прибора, а при наличии градуировочной кривой — в миллиграммах каротиноидов на 1 кг муки: чем больше содержание каротиноидов в муке, тем выше величина оптической плотности фильтрата.

ВЛАЖНОСТЬ

Влажность муки определяют высушиванием навески в электрических сушильных установках либо измерением электропроводности муки в электровлагомерах.

Метод по ГОСТ 9404. Предусматривает высушивание навесок муки в электрических сушильных шкафах типа СЭШ.

Перед взятием навесок пробу муки тщательно перемешивают. Затем отбирают совочком из разных мест две порции немногим

более 5 г каждая в две предварительно взвешенные металлические бюксы (диаметр 48 мм, высота 20 мм), после чего бюксы с мукой переносят на весы и доводят массу навески до 5 г (с точностью до 0,01 г).

Перед загрузкой сушильного шкафа выключатель ставят в положение «Выключено», при этом сигнальная лампа загорается красным цветом. Шкаф нагревают до температуры 130 °С, по достижении которой в шкаф быстро помещают 10 бюкс с навесками. Бюксы устанавливают на снятые с них крышки. Шарик термометра должен отстоять от верхнего края бюкс на расстоянии 10 мм. Продолжительность горения сигнальной лампы после помещения бюкс в шкаф должна быть не менее 10 и не более 15 мин. Высушивание в шкафу проводят в течение 40 мин, считая с момента вторичного отключения сигнальной лампы, т. е. после того, как температура в шкафу достигнет 130 ± 2 °С.

По истечении 40 мин бюксы с навесками вынимают из шкафа тигельными щипцами, накрывают крышками и переносят в эксикатор, где бюксы находятся до полного охлаждения примерно 15...20 мин.

После высушивания оставлять бюксы с навесками, не взвешенными в течение 2 ч, в эксикаторе не допускается.

В нижнюю часть эксикатора должен быть насыпан слой сухого хлорида кальция или налита крепкая серная кислота плотностью 1,84 г/см³.

Не менее одного раза в месяц хлорид кальция прокаливают в фарфоровой чашке до получения аморфной массы, а у серной кислоты контролируют плотность. При наличии изменений кислоту в эксикаторе заменяют. Отшлифованные края эксикатора должны быть смазаны тонким слоем вазелина.

После охлаждения бюксы снова взвешивают и по разности между массами навесок до и после высушивания определяют количество испарившейся влаги.

Влажность выражают в процентах, для чего при навеске 5 г массу испарившейся влаги умножают на 20.

За влажность данной партии муки принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Расчет ведут с точностью до 0,1 %.

Расхождение между параллельными определениями допускается не более 0,2 %, а при контрольных и арбитражных — не более 0,5 %.

Ускоренный метод. Высушивание навесок муки в бумажных пакетиках проводят на приборе ВЧ. Пакетики предварительно подсушивают при температуре 160 °С в течение 3 мин на том же приборе, а затем помещают в эксикатор. В просушенный и взвешенный пакетик помещают навеску муки массой 5 г (с точностью 0,01 г), равномерно распределяя ее по всей площади пакетика.

В прибор, нагретый до 160 °С, помещают два пакетика с навесками макаронной муки (крупки и полукрупки) и высушивают их в течение 28 мин. Хлебопекарную муку высушивают в течение 5 мин.

По истечении положенного времени пакетики помещают в эксикатор для охлаждения на 3...5 мин, взвешивают и по разности масс навесок до и после высушивания определяют количество испарившейся влаги. Влажность муки выражают в процентах.

Экспресс-метод. Основан на измерении электропроводности спрессованной пробы муки: чем выше влажность пробы, тем выше ее электропроводность. Для измерений используют влагомеры разных конструкций, в частности влагомер ВЭ-2М.

КОЛИЧЕСТВО СЫРОЙ КЛЕЙКОВИНЫ (ПО ГОСТ 27839)

Количество клейковины в пшеничной муке определяют путем отмывания ее из теста механическим путем или вручную.

Для механического способа используют лабораторную тестомесилку ТЛ1-75, дозатор воды ДВЛ-3 и устройство для отмывания клейковины МОК-1. Подготовку к работе приборов и устройств и непосредственно работу ведут в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

При отмывании клейковины вручную мерным цилиндром отмеривают 13 см³ питьевой воды температурой 18...20 °С, выливают ее в чашку или ступку и высыпают навеску муки массой 25 г. Пестиком или шпателем замешивают тесто, пока оно не станет однородным. Приставшие к пестику или ступке частицы присоединяют к куску теста, хорошо проминают его руками и скатывают в шарик. Шарик помещают в чашку, закрывают крышкой или часовым стеклом и оставляют на 20 мин для отволаживания при температуре 18...20 °С.

После отволаживания клейковину отмывают под слабой струей воды температурой 18...20 °С над ситом из шелковой или полиамидной ткани. Вначале клейковину отмывают, осторожно разминая тесто пальцами, чтобы вместе с крахмалом не оторвались кусочки теста или клейковины. Когда большая часть крахмала и оболочек удалена, клейковину отмывают более энергично, протирая ее между обеими ладонями. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины.

При отсутствии водопровода допускается отмывать клейковину в емкости с 2...3 дм³ воды. Для этого тесто опускают в воду температурой 18...20 °С на ладони и разминают его пальцами. В процессе отмывания клейковины воду меняют не менее трех-четырех раз, процеживая через сито.

Клейковину отмывают до тех пор, пока оболочки не будут

почти полностью отмыты, а вода, стекающая при отжати клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Отмытую клейковину отжимают между ладонями, вытирая их сухим полотенцем. При этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями до тех пор, пока она не начнет слегка прилипать к рукам.

Отжатую клейковину взвешивают, затем еще раз промывают в течение 5 мин, вновь отжимают и взвешивают.

Если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,1 г, отмывание считают законченным.

Количество клейковины выражают в процентах к навеске муки в 25 г, для чего полученную массу клейковины умножают на 4.

При контрольных и арбитражных измерениях расхождение между параллельными определениями не должно превышать 2 %.

КАЧЕСТВО СЫРОЙ КЛЕЙКОВИНЫ

Качество сырой клейковины обычно определяют путем измерения ее упругоэластичных свойств. Однако с точки зрения макаронного производства более важна характеристика когезионных (связующих, клеящих) свойств клейковины.

Метод по ГОСТ 27839. Предусматривает измерение упругоэластичных свойств сырой клейковины на приборе ИДК-1.

Из окончательно отмытой, отжатой и взвешенной клейковины выделяют навеску массой 4 г. Клейковину формуют в виде шарика на приспособлении У1-УФК или вручную, для чего навеску клейковины обминают три-четыре раза пальцами, придавая ей шарообразную форму с гладкой, без разрывов поверхностью.

Шарик клейковины, сформованный на приспособлении или вручную, помещают для отволаживания в кювету или чашку с водой температурой 18...20 °С и ставят в емкость с 2...3 дм³ воды такой же температуры. При отмывании клейковины вручную продолжительность отволаживания 15 мин.

После отволаживания шарик клейковины помещают основанием в центр столика прибора ИДК-1, нажимают кнопку «Пуск» и удерживают в нажатом состоянии 2...3 с, после чего отпускают ее.

По истечении 30 с перемещение пуансона автоматически прекращается, загорается лампочка «Отсчет». Записав показания прибора, нажимают кнопку «Тормоз» и поднимают пуансон в верхнее исходное положение. Клейковину снимают со столика прибора.

Результаты измерений упругих свойств клейковины выражают в условных единицах прибора и в зависимости от их значения

клейковину относят к соответствующей группе качества согласно требованиям ГОСТа, представленным в табл. 44.

Таблица 44

Характеристика упругих свойств клейковины

Группа качества	Характеристика клейковины	Показания прибора, усл. ед.			
		Хлебопекарная мука сортов		Макаронная мука сортов высшего и I из пшеницы	
		высшего и I	II	твердой	мягкой
III	Неудовлетворительная крепкая	0...30	0...35	—	—
II	Удовлетворительная крепкая	35...50	40...50	—	—
I	Хорошая	55...75	55...75	50...80	50...75
II	Удовлетворительная слабая	80...100	80...100	85...105	80...100
III	Неудовлетворительная слабая	105 и более		110 и более	105 и более

Определение когезионной прочности клейковины. Предложенный автором метод заключается в сдавливании шарика сырой клейковины массой 5 г между двумя деревянными дисками, выдерживании дисков с клейковиной под грузом массой 5 кг в течение 5 мин и определении усилия отрыва дисков друг от друга, например, на приборе ПМ.

Зольность (по ГОСТ 9404)

Зольность (содержание золы) муки определяют одним из следующих способов: путем сжигания в муфельной печи навесок муки без ускорителей, с применением в качестве ускорителя спиртового раствора ацетата магния и с применением в качестве ускорителя азотной кислоты.

Основным (арбитражным) методом определения зольности муки является сжигание навесок муки в муфельной печи без ускорителя.

Определение зольности без ускорителя. Предварительно выделенную из средней пробы навеску муки в количестве 20...30 г переносят на стеклянную пластинку размером 20 × 20 см и переминают при помощи двух плоских совочков. Затем муку распределяют ровным слоем и прикрывают другим стеклом такого же размера так, чтобы толщина слоя была не более 3...4 мм. Удалив верхнее стекло, из разных мест (не менее чем из 10) совочком набирают в заранее прокаленные (до постоянной массы) и взвешенные на аналитических весах тигли муку в количестве 1,5...2,0 г, после чего каждый тигель взвешивают.

Тигли с мукой помешают у дверцы муфельной печи, нагретой до темно-красного каления. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки, избегая при этом воспламенения последних, тигли задвигают в глубь муфеля. Сжигание ведут до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым, после чего тигли переносят в эксикатор для охлаждения. После охлаждения до комнатной температуры тигли взвешивают, а массу их записывают в журнал.

Взвешенные тигли помешают вновь в накаленную печь на 20 мин, после чего охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Если масса тиглей уменьшилась, то озоление продолжают до тех пор, пока два последних взвешивания не дадут одинаковой массы. После того как тигли достигли одинаковой массы, озоление считают законченным.

Зольность (% СВ)

$$X = m \cdot 100 / a(100 - W_m),$$

где m — масса золы, г; a — навеска муки, г; W_m — влажность муки, %.

За фактическую зольность муки принимается среднее арифметическое двух определений. Расхождения между двумя параллельными определениями зольности не должны превышать 0,025 %, а при контрольных и арбитражных определениях — 0,05 %.

Определение зольности с ускорителем — спиртовым раствором ацетата магния. Тигли и навески подготавливают так же, как и при определении зольности без ускорителя.

В каждой из приготовленных тиглей с навесками приливают при помощи пипетки ровно 3 мл ускорителя — спиртового раствора ацетата магния.

Тигли оставляют в покое на 1...2 мин для того, чтобы вся навеска пропиталась ускорителем.

Тигли с навесками помещают на металлическую или фарфоровую подставку, расположенную непосредственно в вытяжном шкафу. Содержимое тиглей поджигают и после выгорания спирта тигли переносят на откидную дверцу муфеля, нагретого до ярко-красного каления. После прекращения горения тигли постепенно задвигают в глубь муфеля. Тигли прокаливают в течение 40...60 мин в зависимости от температуры накала печи и от вида муки до полного исчезновения черных частиц.

После озоления тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают и определяют процент зольности. При этом из общей массы золы вычитают массу золы ускорителя, равную 0,01 г, и дальнейшее вычисление процента зольности проводят так же, как и при определении зольности без ускорителя.

Спиртовой раствор ацетата магния готовят следующим образом.

Ацетат магния (1,61 г) растворяют в 100 мл этилового спирта концентрацией 96 %. В полученный раствор добавляют 1...2 кристаллика йода, после растворения которых раствор фильтруют через бумажный фильтр.

Спиртовой раствор ацетата магния следует хранить в стеклянной посуде с притертой пробкой в сухом и прохладном месте.

Определение зольности с ускорителем — азотной кислотой. Подготовку тиглей и навесок для озоления, обугливание продукта, начало озоления проводят так же, как это указано в методике определения зольности без ускорителя.

Озоление ведут примерно 1 ч (в зависимости от накала муфеля) до тех пор, пока содержимое тигля не превратится в рыхлую массу серого цвета, после чего тигли вынимают из муфельной печи на металлическую или фарфоровую подставку и дают им остыть.

После охлаждения в каждый тигель пипеткой или стеклянной палочкой добавляют 2...3 капли химически чистой азотной кислоты, после чего тигли ставят на открытую дверцу муфельной печи.

Выпаривание кислоты из тиглей следует проводить очень осторожно, не допуская кипения, разбрызгивания кислоты и потерь вследствие этого озольяемого продукта.

После испарения кислоты тигли помещают внутрь муфеля, нагретого до ярко-красного каления, на 20 мин, и, если после озоления на дне тигля не видно темных точек, озоление считается законченным.

После окончания озоления тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают и вычисляют процент зольности так же, как было указано выше.

КРУПНОТА ПОМОЛА МУКИ (ПО ГОСТ 27560)

Определение крупноты помола муки проводят на лабораторном севе, который приводится в движение от электродвигателя. Сеев работает с частотой 180...200 колебаний в минуту.

Для определения крупноты помола муки используют лабораторные сита с диаметром обечаек 20 см. Номера сит из шелковой ткани должны соответствовать ГОСТ 4403.

Для очистки шелковых сит при просеивании применяют резиновые кружочки (диаметром около 1 см, толщиной 0,3 см, массой около 0,5 г каждый), которые помешают в количестве 5 шт. на каждое сито.

Для определения крупноты помола муки берут навеску массой 50 г, выделенную из средней пробы муки.

Подбирают сита, установленные стандартом на испытуемую муку. На верхнее сито насыпают навеску испытуемой муки, закрывают его крышкой, укрепляют набор сит на платформе рас-

сева, после чего включают электродвигатель. По истечении 8 мин просеивание приостанавливают, постукивая по обечайкам сит, и вновь продолжают в течение 2 мин. По окончании просеивания резиновые кружочки удаляют с сит. Остаток верхнего сита и проход нижнего сита взвешивают и выражают в процентах к массе взятой навески.

Допускается просеивать навеску вручную при соблюдении условий, указанных выше.

Если влажность муки выше 16 %, то ее предварительно подсушивают при комнатной температуре в течение 1...2 ч в рассыпанном виде при регулярном перемешивании до влажности 15...16 %.

Допустимые отклонения при контрольных и арбитражных определениях крупноты помола муки должны быть (% , не более): остаток на сите — 2, проход через сито — 4.

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОМАГНИТНОЙ ПРИМЕСИ (ПО ГОСТ 20239)

Металломагнитную примесь удаляют из муки с помощью прибора ПВФ или вручную.

При выделении с помощью прибора ПВФ навеску муки массой 1 кг высыплют в загрузочный бункер прибора и включают прибор. После перемещения через экран всего продукта снимают переднюю крышку прибора и, придав экрану горизонтальное положение, снимают экран с блока магнитов. Металломагнитную примесь вместе с пылевидными частицами муки стряхивают с экрана на лист белой бумаги. Затем экран очищают кисточкой и устанавливают в прибор. Продукт из приемного бункера вновь засыпают в загрузочный бункер и операцию повторяют вновь.

При выделении металломагнитной примеси вручную навеску муки массой 1 кг высыплют на доску и разравнивают планками или лопаточками тонким слоем толщиной не более 0,5 см.

Магнитом медленно проводят вдоль и поперек продукта так, чтобы весь продукт был захвачен полосками магнита. При этом ножки магнита должны проходить в самой толще муки, слегка касаясь поверхности доски. Частицы приставшей муки периодически сдувают с магнита, а частицы металломагнитной примеси снимают на лист белой бумаги. Эту операцию повторяют три раза. Перед каждым повторным выделением испытуемую муку смешивают и разравнивают тонким слоем.

Выделенную металломагнитную примесь переносят на часовое стекло и взвешивают на аналитических весах.

Содержание металломагнитной примеси выражают в миллиграммах на 1 кг муки.

ЗАРАЖЕННОСТЬ ВРЕДИТЕЛЯМИ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ (ПО ГОСТ 9404)

Для определения зараженности 1 кг муки, выделенной из средней пробы, просеивают через проволочное сито № 056. Проход через сито используют для определения зараженности клещами, а остаток — для определения зараженности другими видами вредителей хлебных запасов (амбарных вредителей).

После просеивания остаток на сите рассыпают тонким слоем на белой бумаге и тщательно рассматривают для установления наличия вредителей (жуков, куколок, личинок).

Для определения зараженности муки клещами после просеивания пробы из прохода из разных мест отбирают 5 навесок по 20 г каждая. Навески отдельно помещают на стекло или аналитическую доску, разравнивают и слегка прессуют с помощью листа бумаги или сухого чистого стекла для получения ровной поверхности слоя муки толщиной 1...2 мм. Затем, сняв бумагу или стекло, тщательно рассматривают поверхность муки. Появление на поверхности муки вздутий и бороздок указывает на зараженность муки клещами.

КИСЛОТНОСТЬ

Метод определения по болтушке (по ГОСТ 27493). Из пробы, предназначенной для испытания, берут две навески муки массой по 5 г с погрешностью не более 0,01 г. Взвешенную навеску высыпают в сухую коническую колбу вместимостью 100...150 см³, туда же приливают 50 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы немедленно взбалтывают до исчезновения комочков.

В полученную болтушку добавляют три капли 3%-го раствора фенолфталеина, взбалтывают и титруют раствором гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ (0,1 н. раствор). Титрование ведут каплями равномерно, с замедлением в конце реакции при постоянном взбалтывании содержимого колбы до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном состоянии колбы в течение 20...30 с.

Если по истечении указанного времени розовое окрашивание после взбалтывания исчезает, то прибавляют еще 3...4 капли раствора фенолфталеина. Если при этом появится розовое окрашивание, то титрование считают законченным. В противном случае титрование продолжают.

Если исходная болтушка (до титрования) интенсивно окрашена, необходимо иметь для сравнения другую болтушку из исходной муки и при титровании сравнивать получаемый оттенок с начальным цветом болтушки.

Кислотность муки в градусах кислотности выражается объемом 1 н. раствора гидроксида натрия в см³, пошедшего на нейтрализацию кислот в 100 г муки.

Для выражения кислотности навески муки 5 г следует число миллилитров 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, умножить на 2.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 град, а при контрольных определениях — 0,5 град.

При титровании болтушки происходит практически полное проникновение щелочи в глубь порошкообразных частиц хлебопекарной муки, но щелочь не успевает проникнуть во внутренние слои крупных частиц макаронной муки. В результате получаются заниженные результаты. Кроме того, из-за разницы в размерах частиц хлебопекарной муки, крупки и полукрупки нельзя получить сравнимые результаты определений кислотности этих продуктов стандартным методом водной болтушки.

Метод МТИППа. Отличается от стандартного метода водной болтушки тем, что макаронную муку предварительно размалывают в электрокофемолке и на анализ берут фракцию — проход через шелковое сито № 32 и сход с шелкового сита № 43. Хлебопекарную муку просеивают через эти сита без предварительного размола.

Итальянский метод водно-спиртовой вытяжки. Навеску муки массой 4 г и 100 мл 50%-го нейтрального (по фенолфталеину) этилового спирта помещают в колбу вместимостью 500 мл с притертой пробкой, взбалтывают и оставляют на 3 ч для настаивания, периодически встряхивая. Затем декантируют через складчатый фильтр, отбирают 50 мл фильтрата и титруют 0,05 н. раствором гидроксида натрия (индикатор фенолфталеин) до появления слабого, но стойкого розового окрашивания.

Кислотность (град) рассчитывают по формуле

$$X = VA \cdot 100 \cdot 0,05 / (50B),$$

где V — количество гидроксида натрия, израсходованного на титрование, мл; A — количество 50%-го спирта, израсходованного на приготовление вытяжки ($A = 100$ мл); B — навеска муки, г ($B = 4$ г).

Таким образом, $X = V \cdot 2,5$.

Использование в этом методе 50%-го спирта позволяет учесть практически всю сумму кислотореагирующих веществ муки, а длительное настаивание муки исключает влияние размера ее частиц на величину кислотности.

Французский метод спиртовой вытяжки. Предусматривает использование 96%-го этилового спирта, в котором растворяются только жирные кислоты и небольшая часть кислых фосфатов. Данный метод позволяет, не определяя общей массы кислотореагирующих веществ в муке, установить степень ее свежести.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДОБАВОК

ПРАВИЛА ОТБОРА ПРОБ

Отбор проб проводят в соответствии с указаниями стандарта или технических условий на соответствующий продукт: молочных продуктов — в соответствии с ГОСТ 3622, яичного порошка — ГОСТ 2858, концентрированных томатных продуктов — ГОСТ 8756.0.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Куриные яйца. Внешний вид куриных яиц определяют овоскопированием отобранной пробы. Отверстие овоскопа, устанавливаемого на столе, должно находиться ниже уровня глаз лаборанта. Яйцо подносят к отверстию овоскопа тупым концом вверх, поворачивают на 1/4 оборота и рассматривают. Работу проводят в сильно затемненном помещении.

Для определения вкуса и запаха куриных яиц смешивают белок с желтком, берут 10...15 г смеси, помещают ее в фарфоровую чашку и подогревают до свертывания белка, после чего определяют вкус и запах.

Яичный порошок. Для определения вкуса и запаха яичного порошка готовят нормальную смесь, для чего к навеске яичного порошка (20 г) приливают 60 мл воды, растирают в чашечке и оставляют на 15 мин. Затем смесь вновь перемешивают и переливают в плоскую фарфоровую чашечку или сковороду и запекают без масла на слабом огне, не допуская пригорания. Запеченную массу охлаждают до комнатной температуры и определяют вкус и запах.

Запах можно определить и другим путем, для чего 20 г испытуемого порошка помещают в узкий химический стакан и заливают 20 мл кипятка. Смесь перемешивают стеклянной палочкой и тут же определяют запах.

Меланж. Цвет яичной массы определяют, помещая размороженный меланж в стеклянный стакан, который устанавливают на лист белой бумаги.

Вкус меланжа исследуют в замороженном виде, в сыром (оттаянном) состоянии и в запеченном виде после остывания.

Для определения запаха берут около 20 г массы, помещают ее в узкий химический стакан вместимостью 100 мл и обдают 50 мл кипящей воды, после чего сразу определяют запах продукта.

Для обнаружения осколков скорлупы и других посторонних примесей берут 100 г меланжа и помещают его в градуированный цилиндр вместимостью 1 л. Доливают дистиллированной водой до верхней отметки, тщательно перемешивают и процеживают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. После процеживания на сите не должно быть остатка.

Яичный порошок. На аналитических весах взвешивают навеску массой около 2 г в предварительно высушенный и взвешенный стаканчик, который затем высушивают вместе с порошком в сушильном шкафу при температуре 100...105 °С до постоянной массы.

Первое взвешивание проводят через 3 ч с момента начала высушивания, каждое последующее — через час. Сушку продолжают до тех пор, пока разница между результатами двух последующих взвешиваний будет не более 0,0002 г.

Влажность выражают в процентах, для чего разность массы стаканчика с навеской до и после высушивания делят на массу взятой навески и умножают на 100.

Влажность определяют в двух параллельных навесках. Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,25 %.

Меланж. Для определения влажности меланжа в сухой металлический стакан помещают термометр, около 15 г прокаленного песка, 5 г парафина и все это взвешивают. Затем в стакан добавляют около 5 г испытуемого меланжа и вновь взвешивают. По разности масс находят точную величину взятой навески. Стакан с содержимым осторожно нагревают на плитке, поддерживая равномерное слабое кипение. Во время нагревания смесь в стакане помешивают термометром (температура не должна превышать 160 °С). Весь процесс длится 10...12 мин. Признаком окончания испарения воды служит прекращение вспенивания и характерного потрескивания. Нагревание проводят до тех пор, пока часовое стекло или зеркальце, помещенное над стаканом, не перестанет запотевать. После высушивания стакан охлаждают и взвешивают.

Влажность меланжа выражают в процентах, для чего разность массы стакана с содержимым до и после высушивания делят на массу взятой навески и умножают на 100.

Сухое молоко. Для определения влажности сухого молока стаканчик с 25 г прокаленного песка и стеклянной палочкой помещают на 30 мин в сушильный шкаф, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0005 г. В подготовленный таким образом стаканчик взвешивают 3...4 г сухого молока с той же точностью. Смешав навеску с песком, открытый стаканчик помещают в сушильный шкаф с температурой 100...105 °С, при которой ведут высушивание до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями будет не больше 0,0002 г.

Влажность выражают в процентах. Расхождение между двумя параллельными определениями должно быть не более 0,2 %.

Творог. Влажность творога определяют ускоренным методом

на приборе ВЧ. Пакетики с навесками творога (5 г) выдерживают в течение 5 мин между плитами прибора, температура которого 150...152 °С.

КИСЛОТНОСТЬ

Яичный порошок. Для определения кислотности яичного порошка в мерную колбу вместимостью 250 мл помещают 20 г нормальной смеси (см. «Вкус и запах яичного порошка»), доводят прокипяченной дистиллированной водой до метки и взбалтывают.

Для титрования берут 20 мл эмульсии, приливают к ней 20 мл дистиллированной воды и 10 капель 2%-го раствора фенолфталеина, затем титруют 0,01 н. раствором гидроксида натрия до появления слабой розово-оранжевой окраски.

Кислотность выражают числом миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, пошедшей на титрование 100 г яичного порошка, и определяют по формуле

$$X = a \cdot 250 \cdot 5 / (20 \cdot 10) = a \cdot 6,25,$$

где a — количество 0,01 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, мл; 250 — вместимость мерной колбы, мл; 5 — коэффициент для пересчета на 100 г яичного порошка; 20 — количество смеси, взятой для титрования, мл; 10 — коэффициент для пересчета 0,01 н. раствора щелочи на 0,1 н.

Меланж. Навеску меланжа массой 20 г переносят в колбу вместимостью 250 мл, добавляют прокипяченной дистиллированной водой до метки и взбалтывают.

Титруемую кислотность определяют и рассчитывают аналогично кислотности яичного порошка.

Сухое молоко. Для определения кислотности сухого молока в фарфоровую чашку или стакан взвешивают 1,25 г сухого цельного молока или 0,9 г обезжиренного с точностью до 0,01 г. При тщательном растирании небольшими порциями добавляют 10 мл горячей воды температурой 65 °С до получения однородной массы. Полученный дисперсный раствор соответствует 10 мл восстановленного молока. Раствор охлаждают, добавляют 20 мл воды температурой 20 °С и 3 капли 1%-го раствора фенолфталеина, взбалтывают и титруют до появления слабого розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Для выражения кислотности в градусах Тернера (°Т) необходимо количество миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, израсходованного на титрование, умножить на 25.

Творог. Для определения кислотности творога в фарфоровую ступку вместимостью 150...200 мл вносят 5 г творога. Тщательно перемешивают и растирают его пестиком, прибавляя небольшими порциями 50 мл воды температурой 35...40 °С и 3 капли раствора фенолфталеина, а затем титруют раствором гидроксида

натрия (калия) до появления слабой розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Кислотность ($^{\circ}\text{T}$) равна количеству миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на нейтрализацию 5 г продукта, умноженному на 20. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 4°T .

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ

ВНЕШНИЙ ВИД

Тесто. Внешний вид теста определяют органолептически. После замеса тесто должно быть крошковатым или мелкокомковатым, равномерно увлажненным, не иметь следов непромеса.

Наличие в тесте большого количества крупных комков является следствием повышенной влажности теста, а присутствие в тесте непромышленных частиц муки — недостаточной влажности.

Сырые макаронные изделия. Внешний вид макаронных изделий определяют органолептически, при этом оценивают степень шероховатости поверхности выпрессовываемых сырых изделий, наличие следов непромеса, надрывов, заусенцев, бугристости и т. п., цвет и его однородность, эластичность, прочность, липкость изделий. При легком сжатии трубчатых изделий двумя пальцами до соприкосновения внутренних поверхностей трубка не должна слипаться или трескаться в месте сжатия.

ВЛАЖНОСТЬ

Тесто. Влажность теста определяют либо методом с использованием предварительной подсушки, либо ускоренным методом.

Метод с использованием предварительной подсушки. Из средней пробы испытуемого теста в предварительно просушенные и взвешенные металлические бюксы взвешивают на лабораторных весах с точностью до 0,01 г две навески по 15...20 г. Бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф и подсушивают при температуре 80°C в течение 2 ч, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После взвешивания подсушенное тесто измельчают в ступке или размалывают на кофемолке и просеивают через металлическое сито с отверстиями диаметром 1 мм. Из полученной крупки берут две навески по 5 г в те же бюксы и высушивают их при температуре 130°C в течение 40 мин.

При расчете влажности учитывают, что удаление влаги проводилось в два приема, поэтому для вычисления влажности (%) используют формулу

$$W_T = [1 - (b_1 b_2)/(a_1 a_2)] 100,$$

где b_1 — масса первой навески после подсушки, г; b_2 — масса второй навески после сушки, г; a_1 — масса первой навески до подсушки, г; a_2 — масса второй навески после сушки, г.

Ускоренный метод. Состоит в высушивании теста на приборе ВЧ. Среднюю пробу теста сжимают в плотный комок. Верхние слои срезают и от оставшегося брусочка теста острым ножом как можно быстрее нарезают пластинки толщиной не более 2 мм. Навеску теста в количестве 4...5 г взвешивают в бумажных пакетиках на лабораторных весах с точностью до 0,01 г.

Навеску теста высушивают при температуре 160 °С в течение 10 мин.

Сырые макаронные изделия. Влажность изделий определяют теми же методами, что и для теста. Перед анализами сырые изделия нарезают на мелкие отрезки.

ТЕМПЕРАТУРА

Тесто. Для определения температуры теста после отключения тестосмесителя берут пробу, сжимают в плотный комок и сразу же вставляют внутрь теста шарик термометра. Через 1...2 мин снимают показания.

Сырые макаронные изделия. Для определения температуры сырых макаронных изделий берут пробу сырых изделий непосредственно при выходе из отверстий матрицы до обдувки, сжимают ее в плотный комок и определяют температуру так же, как и для теста.

КИСЛОТНОСТЬ

Кислотность теста и сырых макаронных изделий определяют методом водной болтушки. В коническую колбу вместимостью 250 мл высыпают 5 г теста или мелко нарезанного полуфабриката, небольшими порциями наливают 50 мл дистиллированной воды, нагретой до 30...40 °С, навеску тщательно растирают толстой стеклянной палочкой с резиновым наконечником до получения однородной массы, приливают 5 капель 1%-го спиртового раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия (калия) до появления розового окрашивания, не исчезающего при выстаивании колбы в спокойном состоянии в течение 1 мин.

Кислотность (град) рассчитывают аналогично кислотности муки.

Прочность когезии теста. На металлический полый цилиндр 2 (рис. 86) (внутренний диаметр 5 см) навинчивают дно 1 так, чтобы между нижней кромкой цилиндра и внутренней плоскостью дна был зазор 2...3 мм. В цилиндр помещают 14...18 г теста 6. Тесто уплотняют грузом-уплотнителем 3, слегка вдавливают по центру уплотненного теста диск диаметром 1 см из фторопласта со стержнем 4. Сверху диска помещают еще 30...35 г теста 5, на которое накладывают груз-уплотнитель, а на него — груз массой 3 кг. Через 3 мин снимают с теста нагрузку и определяют усилие вырыва диска из уплотненной массы теста, которое и характеризует величину прочности когезии теста.

Реологические свойства уплотненного теста. Могут быть оценены по кривым кинетики деформации или кривым динамической вязкости, которые получают с помощью консисометра погружения Гепплера. Определения проводят следующим образом.

Сосуд консисометра, представляющий собой полый металлический цилиндр, ввинчивают в отверстие матрицы, соответствующее по диаметру диаметру сосуда. Выпрессовывают через сосуд тесто определенной влажности и температуры. Вывинчивают из матрицы сосуд, заполненный тестом, привинчивают к нему дно и устанавливают сосуд с тестом в рабочее гнездо консисометра. Температура теста в течение всего анализа поддерживается на требуемом уровне с помощью термостата консисометра и может контролироваться по контрольному сосуду с тестом, в которое вставлен термометр.

Для получения кривых кинетики деформации в рабочий сосуд с тестом погружают стержень с шариком диаметром 10 мм при постоянной нагрузке 3 кг с последующим мгновенным снятием нагрузки. Величину деформации (глубину погружения шарика в тесто) отмечают через определенные промежутки времени по шкале циферблата прибора. По полученным значениям строят кривую деформации.

Кривые динамической вязкости могут быть получены измерением продолжительности погружения стержня с шариком в тесто на глубину, например, 20 мм (по шкале циферблата) при разных величинах нагрузки. Динамическая вязкость ($\text{Па} \cdot \text{с}$) для каждой нагрузки

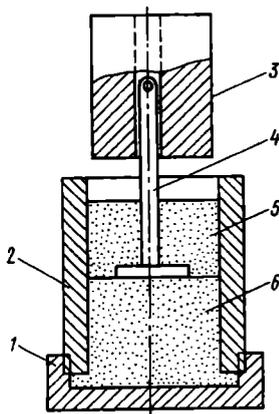


Рис. 86. Приспособление для определения когезионной прочности теста

$$\mu = G\tau k/s = Gk/v,$$

где G — величина нагрузки, кг; τ — продолжительность погружения, с; k — постоянная консьистометра [для шарика диаметром 10 мм $k = 10 \text{ сП см}/(\text{г} \cdot \text{с})$]; s — участок пути погружения, см; v — скорость погружения шарика в тесто, см/с.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для оценки качества макаронных изделий, выпускаемых предприятием, используют стандартные методы (ГОСТ 14848). Для более полной и объективной оценки макаронных изделий, в частности, при проведении научно-исследовательских работ применяют дополнительные методы.

ПРАВИЛА ОТБОРА ПРОБ (ПО ГОСТ 14849)

Качество макаронных изделий устанавливают в каждой однородной партии на основании лабораторного анализа средней пробы, отобранной от той же партии.

Однородной партией считают определенное количество макаронных изделий одного сорта, типа и вида, одинаковых по качественным признакам, определенным органолептически, изготовленных за одну смену.

Выемкой считают единицу упаковки макаронных изделий, отбираемую из данной партии.

Исходную пробу получают, отбирая 1,5 % единиц упаковки (но не менее трех) из разных мест однородной партии.

Из исходной пробы составляют *среднюю пробу* следующим образом.

Для определения лома, крошки и деформированных изделий в макаронах и длинных лапше и вермишели отбирают: в развесных изделиях одну единицу упаковки; в фасованных изделиях одну коробку или пакет от каждой единицы упаковки исходной пробы.

Для определения крошки и деформированных изделий в короткорезанных изделиях и перьях отбирают: в развесных изделиях одну единицу упаковки, содержимое которой осторожно рассыпают на чистый брезент, фанеру или бумагу, разравнивают в виде квадрата толщиной слоя около 5 см и берут небольшие, примерно равные порции из 15...16 мест, с тем чтобы общая масса их составила не менее 500 г; в фасованных изделиях одну коробку или пакет от каждой единицы упаковки исходной пробы.

Для определения металлопримесей и зараженности вредителями во всех типах и видах изделий отбирают: в развесных изделиях одну единицу упаковки; в фасованных изделиях одну коробку или пакет от каждой единицы упаковки исходной пробы.

Сначала определяют количество металлопримесей, а затем для определения зараженности вредителями берут 5...6 порций из разных мест данной единицы упаковки так, чтобы средняя проба составляла около 200 г.

Для определения влажности, кислотности, прочности, состояния изделий после варки и органолептических показателей макаронных изделий от каждой единицы упаковки исходной пробы отбирают: в развесных изделиях из четырех разных мест пробы, чтобы общая масса составила не менее 500 г; в фасованных изделиях — не менее одной коробки или пакета.

Среднюю пробу передают в лабораторию с указанием названия и сорта макаронных изделий, массы и номера партии, даты отбора пробы и подписи лиц, отобравших пробу.

ВНЕШНИЙ ВИД

Метод по ГОСТ 14849. Для определения внешнего вида (цвет, состояние поверхности, форма) среднюю пробу макаронных изделий помещают на гладкую поверхность, осторожно перемешивают и рассматривают.

Метод двух светофильтров. Этот метод используют для объективной оценки цвета изделий.

Длинные макаронные изделия распиливают на отрезки по 4 см и плотно укладывают в лоток, дно которого покрывают белой бумагой для устранения влияния темного фона. При измерении цвета коротких изделий пользуются микронасадками, входящими в комплект фотометра.

Измерение коэффициентов светоотражения пробы изделий, расчет цветовых компонентов и оценку цвета проводят так же, как и для муки. Цвет макаронных изделий тем лучше, чем выше численное значение величины оценки цвета (ОЦ). По величине ОЦ цвет макаронных изделий можно характеризовать следующим образом (по автору):

Величина ОЦ	Характеристика цвета
0,6 и более	Отличный
0,59...0,45	Хороший
0,44...0,30	Удовлетворительный
0,29...0,20	Посредственный
0,19 и менее	Плохой

ВЛАЖНОСТЬ

Метод по ГОСТ 14849. Около 50 г макаронных изделий измельчают в медной или фарфоровой ступке и размалывают на лабораторной мельнице до полного прохода через сито с круглыми отверстиями диаметром 1 мм. Из массы, прошедшей через сито, берут навески для определения влажности.

Влажность определяют высушиванием в электрических сушильных шкафах типа СЭШ или в других, дающих аналогичные результаты.

Основным методом определения влажности является высушивание навесок измельченных макаронных изделий массой 5 г. Этот метод ничем не отличается от стандартного метода определения влажности муки (см. «Определение влажности муки» — метод по ГОСТ 9404).

Ускоренный метод. Макароны предварительно размалывают и просеивают через сита № 1 (металлическое) и № 27 (шелковое). Из схода с сита № 27 берут навески по 4...5 г и определяют их влажность аналогично определению влажности крупки и полукрупки на приборе ВЧ (высушивание проводят при температуре 160 °С в течение 28 мин).

Экспресс-метод. Основан на определении электропроводности измельченной и спрессованной массы изделий. Для этого используют влагомеры ВЭ-2М, ВМИ-2 и др. Измерения проводят в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к этим приборам.

КИСЛОТНОСТЬ

Методы титрования водной болтушки. Метод заключается во взбалтывании навески размолотых изделий в течение определенного времени в некотором объеме воды и последующем титровании полученной болтушки. В силу непосредственного соприкосновения щелочи с частицами изделий этот метод дает возможность учесть всю сумму кислотореагирующих веществ, содержащихся в продукте.

Основным недостатком метода является трудность улавливания момента окончания нейтрализации, особенно при анализе макаронных изделий.

Стандартный метод (по ГОСТ 14849). Заключается в следующем.

Изделия, размолотые и просеянные через сито с диаметром отверстий 1 мм (оставшаяся часть пробы после отбора навесок для определения влажности), просеивают через шелковое сито № 27. Остаток на сите перемешивают и из этой массы берут навеску массой 5 г с точностью до 0,01 г.

Навеску переносят в коническую колбу вместимостью 100...150 мл, в которую предварительно влили 30...40 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы взбалтывают в течение 3 мин (до исчезновения комочков). Приставшие к стенкам частицы смывают дистиллированной водой. Затем добавляют 5 капель 1%-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до получения розового окрашивания, не исчезающего 1 мин при спокойном положении колбы.

Кислотность выражают в градусах, для чего количество мил-

литров 0,1 н. щелочи, пошедшей на титрование исходной навески (5 г), умножают на 2.

Конечный результат представляет собой среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождение между которыми допускается не более 0,2 град, а при контрольных и арбитражных анализах — 0,5 град. Точность выражения результатов анализов для качественных удостоверений до 0,1 град.

При определении кислотности стандартным методом средний размер частиц размолотых изделий значительно больше среднего размера частиц полукрупки и тем более хлебопекарной муки и примерно совпадает со средним размером частиц крупки. Поэтому при сравнении определенной стандартными методами кислотности муки и изготовленных из нее макаронных изделий обычно кислотность изделий из крупки примерно соответствует кислотности исходной крупки; кислотность изделий из полукрупки в среднем на 20 % ниже кислотности исходной полукрупки, а кислотность изделий из хлебопекарной муки примерно на 50 % ниже кислотности исходной муки. Однако кислотность готовых макаронных изделий может быть только равна или выше кислотности исходного мучного сырья, а приведенные результаты говорят только о несоответствии размеров частиц муки и размолотых изделий, которые берут для определения кислотности стандартным методом.

Метод МТИППа. Этот метод позволяет исключить влияние размера частиц. Он отличается от стандартного тем, что макаронные изделия (как и муку) предварительно размалывают на лабораторной мельнице (или в кофемолке), а на анализ берут фракцию, являющуюся проходом через шелковое сито № 32 и сходом с сита № 43.

При использовании этого метода во всех случаях определяют кислотность одинаковых по величине частиц.

Методы титрования водно-спиртовой вытяжки. Сущность этих методов состоит в настаивании навески размолотых изделий в определенном объеме этилового спирта различной концентрации и титровании щелочью, что дает возможность определить количество кислотореагирующих веществ в кратном объеме фильтра.

К этим методам относятся официальные методы, принятые в Италии и Франции (см. итальянский и французский методы определения кислотности муки).

Подготовка пробы заключается в размоле макаронных изделий и просеивании их через сито № 32. На анализ берут навески из прохода через это сито.

Варочные свойства макаронных изделий характеризуются следующими показателями: длительностью варки до готовности, количеством поглощенной воды, потерями сухих веществ, прочностью сваренных изделий, степенью слипаемости сваренных изделий. Объективные методы определения перечисленных показателей используют в исследовательской практике. Стандартный метод предусматривает лишь органолептическую оценку сваренных изделий. При этом не определяется один из самых важных показателей качества, характеризующий прочность структуры сваренных изделий — степень мутности варочной жидкости, т. е. потери сухих веществ изделиями при варке.

Метод по ГОСТ 14849. Для определения состояния изделий после варки по ГОСТ 14849 50...100 г макаронных изделий помещают в десятикратное по массе количество кипящей воды и варят до готовности. После варки макаронные изделия переносят на сито, дают стечь воде и путем внешнего осмотра устанавливают сохранность формы изделий и склеиваемость их между собой.

Продолжительность варки до готовности. Этот показатель определяется промежутком времени от погружения изделий в кипящую воду до момента исчезновения мучнистого непроварившегося слоя. При варке вермишели или лапши из кастрюли периодически вынимают небольшой отрезок изделий, помещают его между двумя стеклышками (удобно использовать предметные стекла от микроскопа) и сдавливают. Исчезновение непроваренного мучнистого «фитиля» свидетельствует о готовности сваренных изделий.

Аналогичным образом устанавливают продолжительность варки трубчатых и фигурных изделий, но в этом случае из средней части изделия вырезают поперечную пластинку толщиной 1...2 мм, которую сдавливают затем между стеклышками.

Количество поглощенной воды. Этот показатель характеризуется коэффициентом увеличения массы изделий (иногда объема) во время варки, который подсчитывают по формуле

$$K = (M_2 - M_1) / M_1,$$

где M_2 — масса сваренных изделий, г (определяют после сливания варочной жидкости); M_1 — масса сухих изделий, г.

Изделия нормального качества обычно имеют коэффициент увеличения массы (объема) в пределах 1,5...2,5.

Потери сухих веществ. Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, выражают в процентах к массе сухих веществ, взятых для варки. Для изделий хорошего качества он должен быть не более 6 %, среднего качества — не более 8 %.

Процент сухих веществ, перешедших в варочную воду, определяют одним из трех следующих методов.

К л а с с и ч е с к и й м е т о д. Заключается в варке сухих изделий определенной навески (от 25 до 50 г) в 10-кратном объеме питьевой воды при слабом кипении до готовности. Затем варочную жидкость сливают в предварительно просушенную и взвешенную фарфоровую чашку и выпаривают на водяной бане, после чего чашку переносят в нагретый до 100...105 °С сушильный шкаф и высушивают при этой температуре до постоянной массы. Количество сухих веществ (%), перешедших в варочную воду, рассчитывают по формуле

$$П = (b - a)(100 + W)/M,$$

где b — масса чашки с сухим остатком (после высушивания), г; a — масса пустой чашки, г; W — влажность изделий, взятых на варку, %; M — масса изделий, взятых на варку, г.

Этот метод дает наиболее точные результаты, но он очень длителен.

У с к о р е н н ы й м е т о д. Определенную навеску сухих макаронных изделий (от 25 до 50 г) помещают в кастрюлю с 10-кратным количеством кипящей воды (длинные изделия предварительно распиливают на отрезки по 2...4 см) и варят до готовности.

По окончании варки изделия вместе с жидкостью опрокидывают на сито и дают стечь жидкости в течение 2...3 мин. Затем варочную жидкость сливают в мерный цилиндр и измеряют ее объем.

В предварительно высушенные и взвешенные на лабораторных весах чашки Петри отбирают по 50 мл варочной жидкости. Перед каждым отбором проб варочную жидкость тщательно перемешивают. Чашки ставят в водяную баню и после полного выпаривания из них жидкости чашки с остатком высушивают в сушильном шкафу при температуре 130...135 °С в течение 15 мин. После охлаждения в эксикаторе чашки с сухим остатком взвешивают и рассчитывают потери сухих веществ (%) по формуле

$$П = (b - a)(100 + W)V/(M - 50),$$

где b — масса чашки с сухим остатком, г; a — масса пустой чашки, г; W — влажность изделий, взятых на варку, %; V — общий объем варочной жидкости (после варки), мл; M — масса изделий, взятых на варку, г.

Из полученных результатов (по количеству чашек) находят среднее арифметическое.

Э к с п р е с с - м е т о д. Этот метод определения количества сухих веществ в варочной жидкости занимает, не считая времени варки, около 5 мин. Он основан на том, что варочная жидкость, являясь коллоидным раствором, где роль дисперсной фазы вы-

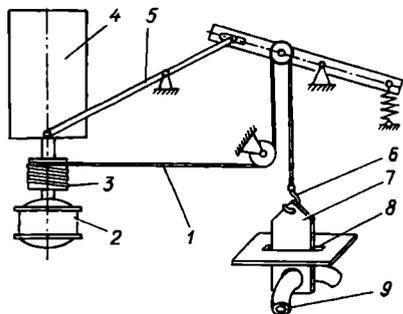


Рис. 87. Схема прибора ПМ

полняют частички макаронного теста, обладает свойством светорассеяния, что дает возможность определять концентрацию находящихся в ней сухих веществ методом нефелометрирования.

Для работы можно использовать любой прибор, позволяющий производить нефелометрические измерения, в частности фотоэлектрический колориметр-нефелометр ФЭК-М. Для определения количества сухих веществ в варочной жидкости на

конкретном приборе предварительно следует построить градуировочные кривые зависимости оптической плотности жидкости от концентрации в ней сухих веществ.

Прочность сваренных изделий. Может быть определена на срез при помощи прибора ПМ, схема которого приведена на рис. 87.

Макаронные изделия варят в 10-кратном количестве воды до готовности (длинные изделия предварительно распиливают на отрезки длиной 4...5 см). По окончании варки варочную жидкость сливают, а изделия помещают в чашку с холодной водой.

В прорезь пластинки 8, укрепленной на основании прибора, опускают металлическую планку 7, подвешенную на крючке 6. В отверстие планки вставляют макаронную трубку 9. При включении двигателя 2 прибора бечевка 1 наматывается на втулку 3 и поднимает планку со вставленной в ее отверстие макаронной трубкой. Усилие, затраченное для разрезания трубки, отмечается самописцем 5 на шкале барабана 4.

Опыт повторяют не менее 5 раз и за окончательный результат принимают среднее арифметическое.

Для удобства сравнения результатов измерения прочности сваренных макаронных изделий разного вида определяют удельную прочность изделий (Па)

$$p = P/f,$$

где P — усилие на срез, Н (измеренное на приборе ПМ); f — площадь поперечного сечения пробы сухих изделий (до варки), м²

По величине удельной прочности макаронные изделия можно охарактеризовать следующим образом (по автору):

Удельная прочность изделий, кПа
 Более 160
 160...100
 Менее 100

Консистенция изделий
 Резинообразная
 Нормальная
 Кашеобразная

Слипаемость сваренных изделий. Можно определить на приборе ПМ при помощи специального приспособления, изображенного на рис. 88.

Макаронные изделия массой 40 г (длинные изделия предварительно распиливают на отрезки длиной 2...3 см) варят в 500 мл кипящей воды до готовности. Сваренные изделия сливают в цилиндрический корпус 1 приспособления, а варочную жидкость — через перфорированное дно.

После выстаивания изделий в течение 10 мин в боковую прорезь 2 вставляют лезвие ножа и поворачивают верхнюю часть корпуса приспособления на 360°, срезая таким образом верхнюю часть массы сваренных изделий. Не вынимая лезвия ножа из прорези, снимают верхнюю часть корпуса вместе с отрезанной верхней частью сваренных изделий.

В отверстие стержня 3 вставляют крючок прибора ПМ и определяют усилие, необходимое для вырывания стержня с укрепленной на нем планкой 4 из массы сваренных макаронных изделий. Это усилие (Н) и характеризует степень слипаемости сваренных макаронных изделий.

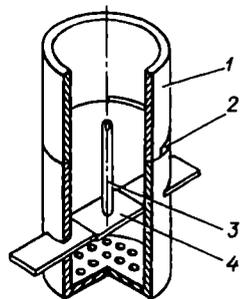
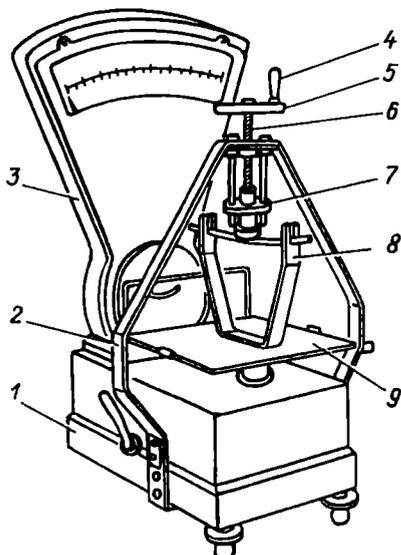


Рис. 88. Приспособление для определения степени слипаемости сваренных макаронных изделий



ПРОЧНОСТЬ МАКАРОН (ПО ГОСТ 14849)

Прочность макарон характеризуется величиной ломающей нагрузки, определяемой на приборе Строганова (рис. 89).

На стойках 8 прибора, прикрепленных к площадке 9 циферблатных весов 3, размещают макаронную трубку длиной не более 30 см. Расстояние между опорами стоек равно 150 мм. Нагрузку на макаронную трубку создают надавлива-

Рис. 89. Прибор Строганова

нием на нее наконечника 7, прикрепленного к перекладине, опирающейся на верхнюю пару стоек 2, укрепленных неподвижно на станине 1 весов. Плавное опускание наконечника обеспечивается при вращении винта 6 штурвалом 5 с рукояткой 4. Нагрузку равномерно повышают до тех пор, пока макаронная трубка не сломается. Величину нагрузки, под действием которой наступил излом трубки, определяют в момент излома по показанию стрелки на циферблате весов.

Величину прочности рассчитывают как среднее арифметическое результатов десяти определений. Измерение нагрузки проводят с точностью 10 гс (0,1 Н).

СОДЕРЖАНИЕ ЛОМА, КРОШКИ И ДЕФОРМИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ (ПО ГОСТ 14849)

При определении содержания деформированных изделий, лома и крошки в макаронах и длинных лапше и вермишели, а также в короткорезанных изделиях каждую отобранную для проверки пробу осторожно выкладывают на стол или чистый лист бумаги, отбирают деформированные изделия, лом и крошку, взвешивают порознь и полученные массы выражают в процентах от общей массы пробы макаронных изделий.

Для ускорения выделения крошки из вермишели и лапши можно использовать приспособление, изображенное на рис. 90. Оно представляет собой плиту толщиной около 10 мм, в которой в шахматном порядке высверлены гнезда диаметром 1,5 см и глубиной 6...8 мм.

Анализируемую пробу изделий высыпают на один из краев

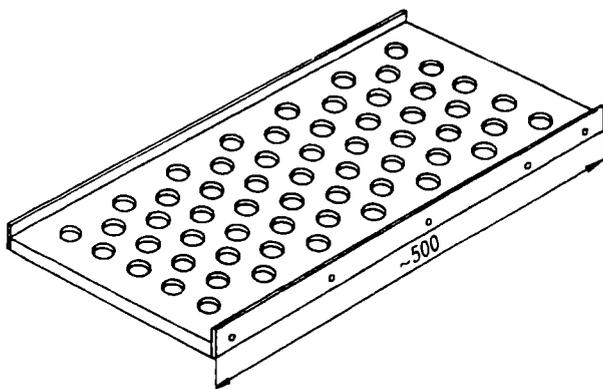


Рис. 90. Приспособление для выделения крошки из короткорезанных вермишели и лапши

плиты, наклоняют плиту и, слегка покачивая ее, дают изделиям медленно рассыпаться по плите. Крошка остается в гнездах, а изделия стандартной длины ссыпаются с плиты.

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОПРИМЕСЕЙ (ПО ГОСТ 14849)

Макаронные изделия, за исключением трубчатых, переносят на стол, фанеру или бумагу и разравнивают тонким (4...5 мм) слоем. Трубчатые изделия укладывают слоем в один ряд.

Для извлечения металлопримесей применяют подковообразный магнит с подъемной силой не менее 8 кг на 1 кг массы магнита. Обработку макаронных изделий магнитом проводят в продольном и поперечном направлениях параллельными рядами, проводя магнитом по два раза в каждом ряду. Притянутые магнитом частицы периодически счищают на бумагу. Отделенные частицы металлопримесей переносят на предварительно взвешенное часовое стекло и определяют их массу на аналитических весах.

Содержание металлопримесей определяют делением массы металлопримесей (мг) на массу проверенных макаронных изделий в единице упаковки или фасовки (кг), т. е. по отношению к 1 кг массы макаронных изделий.

Размер частиц металлопримесей определяют с помощью сетки с размером ячеек 0,3 × 0,3 мм, нанесенной на бумагу.

НАЛИЧИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ (ПО ГОСТ 14849)

Пробу макаронных изделий массой 200 г дробят в ступке до величины частиц 3...4 мм. Отдельную часть единицы упаковки или фасовки просеивают через сито с диаметром отверстий 3...4 мм. Проход через сито смешивают с раздробленной пробой, высыпают на чистую бумагу и рассматривают через лупу с 5...6-кратным увеличением, устанавливая наличие вредителей (жуков, куколок, личинок).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные задачи лаборатории макаронного предприятия?
2. Каковы основные методы определения цвета и влажности муки и макаронных изделий?
3. Как определяют вкус и запах муки и макаронных изделий?
4. Как определяют качество теста и сырых макаронных изделий?
5. Какие методы применяют для объективной оценки варочных свойств макаронных изделий?

Психрометрическая таблица влажности воздуха (%) в сушилках (температура сухого термометра от 28 до 60 °С)

Психрометрическая разность, °С	Температура сухого термометра, °С																
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	93	93	93	93	93	93	93	93	93	94	94	94	94	94	94	94	95
2	85	86	86	86	86	86	86	87	87	87	88	88	88	88	88	89	89
3	78	78	79	79	80	80	81	81	81	82	82	82	82	82	83	83	84
4	71	72	72	73	74	74	75	75	75	76	76	76	77	77	78	78	79
5	65	66	66	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73
6	59	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	66	66	67	68	68	68
7	53	54	55	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63
8	47	48	50	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	57	58	58	59
9	42	43	44	45	46	47	48	48	49	49	50	50	51	52	52	53	54
10	37	38	40	41	42	43	44	44	45	45	46	46	47	48	49	49	50
11	32	33	35	36	37	38	39	40	40	41	42	42	43	44	45	45	46
12	27	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	42	43
13	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	40	41
14	17	18	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	36
15	12	14	16	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33
16	—	—	13	14	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30
17	—	—	—	—	12	14	15	16	17	18	20	21	22	24	25	26	27
18	—	—	—	—	—	—	12	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24
19	—	—	—	—	—	—	—	—	13	14	15	16	17	18	19	20	21
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	13	14	15	16	17	18
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	12	13	14	15
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	12	13
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Психрометрическая разность, °С	Температура сухого термометра, °С															
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	85	85	85	85	85
4	79	79	79	79	79	79	79	80	80	80	80	81	81	81	81	81
5	74	74	74	74	74	74	74	75	75	76	76	77	77	77	77	77
6	70	70	70	70	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73	73	73
7	63	64	64	65	66	66	66	67	67	68	68	68	68	69	69	69
8	59	60	60	60	61	62	62	63	63	64	64	64	64	65	65	65
9	54	55	55	56	57	58	58	59	59	60	60	60	60	61	61	61
10	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56	56	57	57	58	58	58
11	46	47	48	48	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55
12	44	45	46	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52
13	41	41	42	42	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49
14	37	38	38	39	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46
15	34	34	35	36	36	37	37	38	38	39	40	41	42	42	42	43
16	30	31	32	33	34	34	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40
17	28	28	29	30	30	31	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37
18	24	25	26	27	28	29	30	30	31	32	32	33	33	34	34	35
19	22	23	24	25	25	26	27	28	29	30	30	30	31	31	32	32
20	19	20	21	22	23	24	24	25	26	27	28	28	29	29	30	30
21	16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27	27	28
22	14	15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	24	25	25	26
23	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	20	21	21	22	23	24
24	—	11	12	13	13	14	15	16	17	18	18	19	19	20	21	22
25	—	—	—	10	11	12	13	14	15	16	16	17	18	18	19	20

Психрометрическая таблица влажности воздуха (%) в сушильках (температура сухого термометра от 61 до 90 °С)

Психрометрическая разность, °С	Температура сухого термометра, °С														
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	95	95	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
2	90	90	90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	92
3	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	87
4	81	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	83	83	84	84
5	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	80	80
6	74	74	74	74	74	75	75	75	75	76	76	76	76	76	76
7	69	70	70	70	70	71	71	71	71	71	72	72	72	72	72
8	66	66	66	67	67	67	68	68	68	68	68	69	69	69	70
9	62	62	62	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65	66
10	58	59	59	59	59	60	60	60	60	61	61	61	62	62	63
11	55	56	56	57	57	57	58	58	58	58	58	59	59	60	60
12	52	53	53	54	54	54	54	55	55	55	56	56	56	57	57
13	49	50	50	51	51	52	52	52	52	52	52	53	53	53	54
14	46	47	47	48	48	49	49	49	49	49	50	50	50	51	51
15	43	44	44	45	45	46	46	46	46	46	46	47	47	48	48
16	40	41	41	42	42	43	43	44	44	44	44	45	45	46	46
17	37	38	38	39	39	40	40	40	41	41	41	41	42	42	43
18	35	36	36	37	37	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41
19	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	38	38	38	39	39
20	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37
21	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35
22	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33
23	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31
24	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29
25	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27

Продолжение

Психрометрическая разность, °С	Температура сухого термометра, °С														
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
2	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
3	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
4	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	85	85	85
5	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	81	81	81
6	77	77	77	77	77	77	77	77	77	78	78	78	78	78	79
7	73	73	73	73	73	74	74	74	74	74	74	74	75	75	75
8	70	70	70	70	70	70	71	71	71	72	72	72	72	72	72
9	66	66	66	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69
10	64	64	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	66	67
11	61	61	61	61	61	62	62	62	62	63	63	63	64	64	64
12	58	58	58	58	58	58	59	59	59	60	60	60	60	60	60
13	54	54	55	55	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58
14	52	52	53	53	53	54	54	54	54	55	55	56	56	56	56
15	49	49	50	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	54
16	47	47	48	48	48	48	49	49	49	50	50	50	50	50	51
17	44	44	45	45	45	46	46	46	46	47	47	48	48	48	49
18	42	42	43	43	43	44	44	45	45	46	46	46	47	47	48
19	40	40	40	40	41	41	42	42	42	43	44	44	45	45	45
20	38	38	39	39	39	40	40	40	40	41	41	42	42	43	43
21	36	36	36	36	37	37	38	38	38	39	39	40	40	41	41
22	34	34	34	34	35	35	36	36	36	37	37	38	38	39	39
23	32	32	32	32	33	33	34	34	34	35	35	36	36	37	37
24	30	30	31	31	31	32	32	32	32	33	33	34	34	35	35
25	28	28	29	29	29	30	30	30	30	31	31	32	32	33	33

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Буров Л. А., Медведев Г. М. Технологическое оборудование макаронных предприятий. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 246 с.

Высокотемпературное формование макаронных изделий через нагретые матрицы/Г. М. Медведев, И. В. Аржанова, Л. И. Райхштадт и др. — М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1990. — 24 с.

Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 528 с.

Изготовление макаронных изделий с применением термообработки теста при замесе/Г. М. Медведев, Н. И. Маландеева, В. Г. Царев и др. — М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукт, 1987. — 16 с.

Инструкция по технохимическому контролю макаронного производства. — 5-е изд., перераб. — М.: НПО хлебопекарной промышленности, 1986. — 136 с.

Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1980. — 320 с.

Лукьянов В. В. Технология макаронного производства. — М.: Пищепромиздат, 1959. — 248 с.

Медведев Г. М. Технология и оборудование макаронного производства. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 280 с.

Медведев Г. М. Использование режимов теплоты экструзии для формирования макаронных изделий и полуфабрикатов крекеров на шнековых прессах. — М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1992. — 28 с.

Медведев Г. М., Васиев М. Г. Производство сырых макаронных изделий длительного хранения. — М.: ЦНИИТЭИхлебопродуктов, 1993. — 24 с.

Назаров Н. И. Технология макаронных изделий. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 288 с.

Новые виды макаронных изделий с использованием нетрадиционных видов сырья/Г. М. Медведев, С. А. Шеллунц, Х. Р. Мухамедов и др. — М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта, 1988. — 16 с.

Сборник технологических инструкций по производству макаронных изделий. — М.: ВНИИХП, 1991. — 132 с.

Химический состав пищевых продуктов: Кн. I. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов /Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ВО «Агропромиздат», 1987. — 224 с.

Lirici L. Manuale del capo pastaio. — Pinerolo: Chiriotti Editori, 1983. — 168 с.

Milatovich L., Mondelli G. La tecnologia della pasta alimentare. — Pinerolo: Chiriotti Editori, 1990. — 300 с.

Portesi G. L'industria della pasta alimentare. — Roma: Editrice Molini d'Italia, 1957. — 412 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адгезия 72, 75, 76, 86—88
Аксиальное усилие 75, 76
Алейроновый слой 18, 35
Альбумин 29, 115, 116
Амбэ дурум 22
Амилоза 27
Амилопектин 27
- Бастун 14, 133, 139, 140, 175, 176, 190
Белесость 106, 113, 118
Белок 8, 18, 26, 28—30, 51, 52
— прикрепленный 20, 29
— промежуточный 20, 29
Бесклейковинное крахмалсодержащее сырье (БКС) 50, 51, 111, 216
Брак 202
- Вакуумирование 94, 104—109
Варочные свойства изделий 33, 109, 117, 127, 128, 154, 197, 254—257
Витамины 19, 26, 31, 47, 48, 55, 61, 110
Вкус 30, 33, 37, 197, 233
Влага
— адсорбционно связанная 141, 147
— осмотически связанная 141, 147
Влагопроводность 146, 147, 152
Влагосодержание 145
Влажность 20, 34, 37, 57, 99, 100—102, 142—145, 148, 149, 150, 197, 211, 224, 225
— абсолютная 142, 143
— критическая 147, 153
— — методы определения 234—236, 245, 247, 248, 251, 252
— относительная 142, 143—145
— равновесная 147, 153
— средневзвешенная 225
Вода 8, 13, 42, 43, 51, 58, 59
Водопоглотительная способность 36, 94, 124
Вредители 37, 41, 42, 200, 205, 259
Вязкое течение 86
Вязкость теста 69, 90, 92, 95, 101, 103, 219, 249
- Гигротермическая обработка 188, 189, 214, 215
Глиадин 29, 33, 34, 93, 115, 116
Глобулин 29, 115, 116
Глютенин 29, 33, 34, 93, 115, 116
- Градиент 146, 153
Грамола 4
Гранито 39
Гранулометрический состав (см. крупнота)
- Декстрины 122, 128, 208
Денатурация 32, 34, 103, 111, 114, 117, 119
Деструкция
— белка (клеяковины) 81, 93, 95, 109, 114, 120, 121, 127, 128, 155, 214
— крахмала 28, 117, 218
- Дефекты
— сырых изделий 112, 113, 139, 140
— теста 65
- Диаграмма сушки 179, 180, 182, 185, 187, 188, 194
Дисульфидные группы (связи) 94
Диффузия 146
Добавки (дополнительное сырье) 13, 43—50, 54—56, 60—62, 109—112, 224
Дозирование 62, 63
- Желатинизация (желатинирование) 111, 218
Жесткость воды 42, 43
Живое сечение 90, 91
Жиры 8, 18, 24, 30, 51
- Заваривание 103, 118, 123
Замес 13, 35, 56, 95, 96—100
— высокотемпературный 114—119, 128, 213, 218—221
Замораживание 207
Запах 30, 37, 197, 233
Зараженность 22, 37, 242
Зародыш 19, 24, 35
Затраты сырья 221, 222
Зерно пшеницы 16, 17, 24
Зола (зольность) 8, 24, 31, 37, 38, 51, 238—240
- Изотермы десорбции 148, 149
Инактивация 154, 182
- Каротиноиды 19, 30—32, 34, 35, 88, 105, 234
Кислотность 198, 206, 207, 211, 242, 243, 246, 248, 252, 253

- Клейковина 22, 30, 32—35, 37, 51, 57, 64, 92—94, 119, 120
Клейстеризация 28, 33, 111, 112, 155, 189, 214, 216, 217, 236—238
Клещ 41
Когезия 72, 75, 76, 86—88, 111, 114, 219—220, 249
Конденсация влаги 14, 152
Коэффициент
— живого сечения 91
— наполнения 83
— прессования 83
Крахмал 18, 26 — 28, 51
Кривые
— десорбции 212, 213
— равновесной влажности 148, 205
— сушки 147, 163, 167, 168
Крошка 198, 199, 258
Кристалличность крахмала 27, 28, 116, 121, 218
Крупка (см. мука)
Крупнота (помола, частиц) 25, 35—38, 94 — 96, 98, 240, 241, 253
Ксантофилл 31
Кукурузная мука 111, 218—220
- Ламинарное движение теста 103
Лизин 28
Липиды (см. жиры)
Липоксигеназа 31, 105
Лом макаронный 198, 199, 258
- Макаронные изделия
— в сыром виде 206—214
— из БКС 216—221
— быстрораствариваемые 214, 215
— группы 7
— длинные 10, 57, 112, 133, 136, 138, 139, 174—181, 185, 186
— с добавками 60, 61
— классы 7
— короткие (короткорезаные) 11, 57, 133—135, 162—174, 186
— крахмалистые (см. из БКС)
— лентообразные (лапша) 12
— нетрадиционные 206—221
— не требующие варки 214, 215
— нитеобразные (вермишель) 10
— трубчатые 10, 11, 84—86, 157—162
Матрицы 12, 65, 66, 73, 83—91, 120—132
Меланж 45, 46, 55, 60, 61, 244—246
Меланины 32
Металломагнитная примесь 13, 37, 54, 200, 241, 259
Методы контроля качества
— добавок 244—247
— макаронных изделий 250—259
— муки 231—243
— полуфабрикатов 247—250
- Микробиологическое состояние 128, 129, 156, 211
Микроструктура 29, 92, 93, 154, 155
Молочные продукты 46, 47, 109, 110
Мука 7, 10, 17, 23—42, 92, 93, 94—96, 98, 101, 107, 126, 253
- Набухание 27, 28, 34, 64, 103, 155
Напряжения сдвига 151, 152
Нетрадиционное сырье 50—52
Норма расхода муки 221—227
- Обогатители (см. добавки)
Оболочки 18, 24, 35
Обдувка 14, 133, 134
Образование трещин 151, 160, 166
Овощные продукты 48—50
Огневка 41
Отбраковка 14, 201
Отволаживание 179
Очистка магнитная 54
Охлаждение 14, 152, 153
- Партия 40, 52—54, 231, 250
Пастеризация 208, 209
Пастификация 96
Пигменты (см. каротиноиды)
Пищевая ценность 7—9, 35, 127
Пластичность теста (сырых изделий) 32, 36, 69, 73, 92, 95, 98, 99, 101, 103, 123, 150, 153
Плесневение 41, 205, 211
Подготовка
— добавок 13, 54—56
— зерна 24
— муки 13, 52—54
Подсушка 163, 171
Полифенолоксидаза 32, 35, 106, 110, 118, 154, 182
Полукрупка (см. мука)
Помол 24, 25
Потемнение 32, 35, 51, 106, 109, 110, 154
Потери муки 222—224
Прессование 14, 65, 66, 70—80
Прессовая головка 65, 70, 73, 90
Приготовление теста 56—62
Примеси 21, 26
Проба 231—233, 244, 250
Прогоркание 24, 30
Производительность пресса 82, 83, 90, 91, 101, 109, 117, 118, 120, 122, 123—125
Проминка 4, 73
Просеивание 13, 54
Прочность
— сухих изделий 104, 198, 200, 257, 258
— теста (сырых изделий) 32, 36, 92, 95, 98, 99, 101, 104
Психрометр 144, 179
Пшеница 15—23

Разделка 14, 132—140
Размер частиц (см. крупнота)
Раскладка 14, 136—139
Реакция Майяра 125, 154, 185
Режим сушки (см. сушка)
Резка 14, 134—136
Релаксация 70
Рецептура 57—62
Рототерм 190

Сальмонеллы 46, 64, 156
Сдвиг 73, 151, 218
Семolina 23
Скор 29
Скорость
— выпрессовывания 73, 90, 101, 103, 117, 123, 220
— сушки 147, 211
Смешивание муки 13, 52—54
Спагетти 11
Стабилизация 152, 153, 169, 182
Стекловидность зерна 20, 21, 35
Сульфгидрильные группы (связи) 94
Сухое молоко 46, 55, 61, 110, 245, 246
Сушильная способность 145, 181
Сушка 14, 140—194
— в лотковых кассетах 138, 157—162
— высокотемпературная 150, 153, 154, 181—184
— жесткая 150, 151, 168
— конвективная 141—189
— мягкая 150, 151
— неаполитанская 4, 156
— низкотемпературная 150, 154, 155, 156—181
— окончательная 152, 171, 175
— предварительная 152, 171, 175, 182
— пульсирующая 179, 187
— с гигротермической обработкой 188
— сверхвысокотемпературная 150, 153, 154, 185—189
— с температурной инверсией 183
— терморadiационная 190
— токами ВЧ и СВЧ 191—194
— традиционная (см. низкотемпературная)
Сэмола 23, 39

Тангенциальное усилие 74, 76
Творог 46, 55, 61, 110, 245, 246
Текучесть теста 32, 36, 69, 70, 73, 92, 95, 101, 103, 117, 123
Температура теста 59, 102—104, 110, 114—127
Термовлагодпроводность 146, 147
Термометр
— смоченный 144, 145
— сухой 144, 145
Термообработка теста 114—117, 120

Тестокаст 4
Тестосмеситель 62, 63, 65, 67, 96, 100, 105, 118
Тефлон (тефлоновые вставки) 57, 88, 98, 126, 127, 129
Типы замеса 57, 60
Тирозин 32, 35
Томатные продукты 48, 49, 55
Трабатто 163, 215
Тритикале 50
Турбоспрей 97
Турботерматик 186
Турбулентное движение теста 72, 103

Углеводы 8, 51
Удельная поверхность 93, 94, 107
Упаковка 14, 203, 204, 207, 210, 211
Упаковывание 15, 203, 204
Уплотнение теста 14, 65, 66, 70—73
Упругость 69, 70, 86, 94, 150
Усадка 150, 151
Учет 224—227

Фасование 203
Ферментативные процессы 20, 31, 32
Формование 14, 65, 66, 101, 105, 109
— высокотемпературное 119—132
Фракции белка 29, 33, 34, 93, 115, 116
Фторопласт (см. тефлон)

Химический состав 8, 19, 26, 27, 51
Хранение
— изделий 204, 205
— муки 39—42
Хрушаки 41

Цвет
— макаронных изделий 23, 30, 31, 32, 35, 36, 61, 82, 88, 89, 105, 106, 111, 118, 125, 126, 154, 195, 251
— муки 37, 233, 234
Цистсин 94

Щероховатость 87—89, 98, 102, 113, 125, 126, 196
Шнек 65—67, 70—83, 102, 104
Шнековая камера (цилиндр) 59, 65, 66, 70—80, 104, 114
Шнековый пресс 5, 35, 64—68, 102—104

Экструзия (см. прессование)
Эндосперм 18—20, 24
Энтальпия 145
Эфиры ксантофилла 31

Яичные продукты 43—46
Яичный порошок 44, 45, 55, 60, 61, 244—246
Яйца 43, 44, 54, 60, 61, 244

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение .</i>	3
Глава 1. Классификация макаронных изделий	7
<i>Контрольные вопросы.</i>	13
Глава 2. Краткая характеристика основных стадий производства макаронных изделий.	13
<i>Контрольные вопросы.</i>	15
Глава 3. Сырье для производства макаронных изделий	15
Пшеница	15
Виды и сорта пшеницы	16
Строение и химический состав зерна пшеницы.	18
Основные требования, предъявляемые к качеству зерна пшеницы	20
Пшеничная мука	23
Виды помола зерна пшеницы . .	23
Химический состав муки и свойства ее компонентов	26
Макаронные свойства муки	32
Требования, предъявляемые к качеству муки.	36
Хранение муки .	39
Вода .	42
Дополнительное сырье .	43
Яйца и яичные продукты .	43
Молочные продукты.	46
Витамины.	47
Овощные продукты	48
Нетрадиционное сырье	50
<i>Контрольные вопросы.</i>	52
Глава 4. Подготовка сырья к производству	52
Подготовка муки	52
Подготовка добавок	54
<i>Контрольные вопросы.</i>	56
Глава 5. Приготовление и прессование макаронного теста .	56
Рецептура и типы замесов теста	57
Дозирование и смешивание ингредиентов теста	62
Уплотнение и формование теста	65
Технологическая схема шнекового макаронного пресса и правила его эксплуатации	65
Влияние параметров прессующего устройства пресса на процесс прессования	68
Влияние качества муки, параметров замеса и прессования на свойства теста и качество изделий .	91
Количество и качество клейковины муки	92
Гранулометрический состав муки.	94
Продолжительность и интенсивность замеса	96
	269

Влажность теста	100
Температура теста.	102
Вакуумирование теста	104
Внесение добавок.	109
Возможные дефекты выпрессовываемых сырых изделий	112
Высокотемпературные режимы замеса и формования теста	114
<i>Контрольные вопросы.</i>	132
Глава 6. Разделка сырых изделий	132
Обдувка сырых изделий . . .	133
Резка и раскладка изделий.	134
<i>Контрольные вопросы.</i>	140
Глава 7. Сушка, стабилизация и охлаждение макаронных изделий	140
Конвективный способ сушки.	141
Основные параметры сушки.	141
Анализ процесса сушки	145
Изменение свойств макаронных изделий в процессе сушки, стабилизации и охлаждения	149
Сушка с использованием низкотемпературных режимов .	156
Высоко- и сверхвысокотемпературные режимы сушки	181
Сушка с применением энергетических полей	189
<i>Контрольные вопросы.</i>	195
Глава 8. Требования, предъявляемые к качеству макаронных изделий	195
<i>Контрольные вопросы.</i>	201
Глава 9. Сортировка, упаковывание и хранение готовой продукции	201
Сортировка и отбраковка продукции .	201
Переработка брака .	202
Упаковывание макаронных изделий. Упаковочные материалы	203
Хранение продукции и причины ее порчи	204
<i>Контрольные вопросы.</i>	206
Глава 10. Производство нетрадиционных видов макаронных изделий .	206
Сырые макаронные изделия длительного хранения .	206
Быстрорастворяемые и не требующие варки изделия.	214
Изделия из бесклейковинного крахмалсодержащего сырья	216
<i>Контрольные вопросы.</i>	221
Глава 11. Нормирование и учет расхода сырья в макаронном производстве.	221
Затраты и потери сырья.	221
Учет расхода муки	224
<i>Контрольные вопросы.</i>	228
Глава 12. Технохимический контроль макаронного производства	228
Организация технохимического контроля на предприятии	228
Методы контроля качества муки	231
Правила отбора проб	231
Запах, вкус и хруст (по ГОСТ 9404).	233
Цвет	233
Влажность	234
Количество сырой клейковины (по ГОСТ 27839).	236
Качество сырой клейковины	237
Зольность (по ГОСТ 9404)	238
Крупнота помола муки (по ГОСТ 27560).	240
Содержание металломагнитной примеси (по ГОСТ 20239)	241
Зараженность вредителями хлебных запасов (по ГОСТ 9404)	242

Кислотность .	242
Методы контроля качества добавок .	244
Правила отбора проб	244
Органолептические показатели .	244
Влажность	245
Кислотность	246
Методы контроля качества полуфабрикатов	247
Внешний вид	247
Влажность	247
Температура .	248
Кислотность .	248
Структурно-механические свойства	249
Методы контроля качества готовых изделий	250
Правила отбора проб (по ГОСТ 14849)	250
Внешний вид	251
Влажность	251
Кислотность	252
Варочные свойства	254
Прочность макарон (по ГОСТ 14849).	257
Содержание лома, крошки и деформированных изделий (по ГОСТ 14849).	258
Содержание металлопримесей (по ГОСТ 14849)	259
Наличие вредителей (по ГОСТ 14849)	259
<i>Контрольные вопросы.</i>	259
Приложения .	260
Список использованной литературы	265
Предметный указатель	266

Учебное издание

Георгий Михайлович Медведев

ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебник для вузов

Художественный редактор *Н. Л. Минаева*

Технический редактор *Н. А. Зубкова*

Корректор *В. Н. Маркина*

Лицензия № 010159 от 03.06.97 г.

Сдано в набор 06.10.97. Подписано в печать 01.12.97. Формат 60 x 88¹/₁₆. Бумага
офсетная № 1. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,66.
Усл.кр.-отг. 16,66. Уч.-изд. л. 18,30. Тираж 2000 экз. Изд. № 248. Заказ №1100
«С» № 130.

Государственное предприятие ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Колос», 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография АО Внешторгиздат. 127576, Москва, Илимская, 7.

ISBN 5 -10 - 003348 - 7



9 785100 033486